

Miika Savela

Autokannan sähköistymisen vaikutus jälki- markkinoihin

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinöörityö

29.3.2016

Tekijä(t) Otsikko	Miika Savela Autokannan sähköistymisen vaikutus jälkimarkkinoihin
Sivumäärä Aika	44 sivua + 1 liite 29.3.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Autosähkötekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori, Vesa Linja-aho, Metropolia Ammattikorkeakoulu Tekninen johtaja, Jouko Sohlberg, AKL ry
<p>Tämän insinöörityön tavoitteena oli selvittää, kuinka sähkökäyttöisten ajoneuvojen yleistyminen vaikuttaa autoalan jälkimarkkinoihin. Työn pääpaino oli henkilöautokannassa ja henkilöautokorjaamoissa. Sähkökäyttöisten ajoneuvojen yleistymistä mallinnettiin kolmella skenaariolla, joiden perusteella tehtiin korjaamon mitoitustalustusta.</p> <p>Työssä perehdyttiin selvityksiin ja kokoomatutkimuksiin, joiden tietojen pohjalta muodostettiin arvio Suomen autokannan kehityksestä. Autokantaan vaikuttavat tekijät ja sähkökäyttöisten ajoneuvojen yleistyminen tähän päivään mennessä selvitettiin eri lähteistä. Näiden tietojen pohjalta luotiin kolme skenaariota hyödyntäen Trafin ajoneuvotilastoja. Skenaarioiden avulla tehtiin laskentataulukko, jossa tarkasteltiin eri skenaarioiden vaikutusta korjaamon liiketoimintaan.</p> <p>Sähköisten ajoneuvojen, kuten hybridien ja sähköautojen, laajamittainen yleistyminen on vain ajan kysymys. Yleistymiseen vaikuttavat useat tekijät, suurimpina poliittiset päätökset ja tekniikan kehittyminen. Korjaamoiden työmäärään sähköiset ajoneuvot vaikuttavat heikentävästi. Sähkökäyttöiset ajoneuvot tarvitsevat perinteisiä polttomootoriautoja vähemmän huoltotoimenpiteitä, jolloin lisämyynnin osuuden merkitys kasvaa. Näitä asioita tulee pohtia tulevaisuudessa korjaamoissa sähköisten ajoneuvojen yleistyessä.</p> <p>Tämän työn lopputuloksena on kirjallinen tutkielma sähköisten ajoneuvojen markkinaosuuksiin vaikuttavista tekijöistä, markkinaosuuksien kehityksestä ja niiden vaatimasta huollon tarpeesta. Kirjallisen työn lisäksi laadittiin laskentataulukko, jota voidaan hyödyntää korjaamon liiketoiminnan mallintamisessa.</p>	
Avainsanat	autokanta, hybridiauto, sähköauto, kehitys, skenaario, markkinaosuudet

Author(s) Title	Miika Savela The Effect of Car Stocks Electrification to Aftermarket.
Number of Pages Date	44 pages + 1 appendix 29 March 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Automotive Electronics Engineering
Instructor(s)	Vesa Linja-aho, Senior Lecturer Jouko Sohlberg, Technical Director
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to study how the market shares of the electric passenger vehicles are developing. The change towards electric cars affect vehicle workshop business and personnel requirements. Because electric vehicles need less service that leads to a situation in which car workshops cannot maintain the same profitability as before.</p> <p>This thesis began with getting familiar with various studies which deal with how market shares are predicted to develop. The state of the car stock in Finland and the variables which affect it were studied. The development of electric vehicles to date was also researched. Based on these sources three scenarios of electric vehicle development were made, and a spreadsheet including these three scenarios was made. The spreadsheet was used to evaluate how different scenarios affected vehicle workshop business.</p> <p>Electric vehicles, such as hybrid and battery electric vehicles, are becoming common in the car stock. The most important factors for this development are political actions and technological advancements. The effects of car stock electrification are wide. The fact that electric vehicles require less service directly affects vehicle workshops and their workload. In this situation the importance of other possible ways to generate revenue is highlighted.</p> <p>As a result of this thesis a literary analysis of the development of electric passenger vehicles was carried out. The analysis focuses mostly on giving the reader an idea of how different electrical technologies in cars are going to develop and how they affect aftermarket operations. In addition to the literary part, a spreadsheet which was used to analyze the effects of electric vehicle development, is made. The spreadsheet can be also be used to model vehicle workshop business.</p>	
Keywords	car stock, hybrid vehicle, battery electric vehicle, development, scenario, market shares

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
	Työn tavoite ja toteutus	3
2	Nykyisen autokannan tilanne	5
	2.1 Autokannan muodostuminen	5
	2.2 Autokannan nykyinen tilanne	8
3	Autokannan muutos tulevaisuudessa	11
	3.1 Autokannan muutokseen vaikuttavia tekijöitä	11
	3.2 Vaihtoehtoisten käyttövoimien yleistymiseen vaikuttavat tekijät	13
	3.3 Hybridien ja ladattavien hybridien autojen osuuden kehitys tulevaisuudessa	15
	3.2 Sähköautojen markkinaosuuden kehitys tulevaisuudessa	18
4	Korjaamon tunnusluvut	21
	4.1 Tämänhetkiset tunnusluvut	21
	4.2 Vaihtoehtoisten käyttövoimien huoltotarve	23
	4.3 Tunnusluvut tulevaisuudessa	23
5	Autokannan muutoksen vaikutus jälkimarkkinoiden liiketoimintamalliin	25
	5.1 Korjaamon mitoittamiseen käytettävän laskentataulukon toiminta	25
	5.2 Korjaamon mitoittaminen eri skenaarioilla	29
	5.2.1 Minimiskenaario	31
	5.2.2 Keskiarvoskenaario	33
	5.2.3 Maksimiskenaario	36
	5.3 Skenaarioiden vertailu ja tulokset	38
6	Yhteenveto	42
	Lähteet	44
	Liitteet	
	Liite 1. Kartta Suomen pikalatauspisteistä	

Lyhenteet

BEV	Battery Electric Vehicle, sähköauto. Ajoneuvo, joka käyttää ajoakustoon varastoitua sähköenergiaa sähkömoottoreiden avulla liikkumiseen.
HEV	Hybrid Electric Vehicle, hybridaajoneuvo. Ajoneuvo, joka käyttää ajoakustoon varattua sähköenergiaa ja perinteistä polttomoottoria ajoneuvon liikkuttamiseen.
PHEV	Plug-In Hybrid Vehicle, ladattava hybridaajoneuvo. Hybridaajoneuvo, jonka ajoakuston voi ladata sähköverkon kautta.
REEV	Range-Extended Electric Vehicle. Sähkömoottorin avulla liikkuva ajoneuvo, jonka ajoakustoa ladataan tarvittaessa polttomoottorilla.

1 Johdanto

Autoala on tämän insinööriyön kirjoitushetkellä matkalla kohti suurta muutosta. Tämä muutos on kilpailevien käyttövoimien, kuten sähköön, tekniikan kehittyminen. Sähkötekniikan kehittyminen käyttövoimana autoissa on mennyt harppauksittain eteenpäin. Sähköautot eivät ole enää pelkästään kompakteja kaupunkiautoja, vaan tarjolla on myös premium-henkilöautoja, joiden suorituskyky on verrattavissa urheiluautojen suorituskykyyn. Myös polttomoottorin ja sähkötekniikan käyttäminen yhdessä, hybrideissä ja ladattavissa hybrideissä, on yleistynyt voimakkaasti. Nämä uudet tekniikat tuovat mukanaan myös uusia haasteita. Autokannan sähköistyessä tulee autoalan jälkimarkkinoiden, kuten korjaamoiden, reagoida muutokseen.

Tässä työssä käsitellään pääasiassa henkilöautokantaa. Kuorma-autot ja muut liikennekäyttöön tarkoitetut ajoneuvot jätetään työn ulkopuolelle. Tässä työssä käytetään termiä sähkökäyttöiset ajoneuvot, kun tarkoitetaan kaikkia sähkömoottoria ja ajoakustoa käyttäviä ajoneuvoja. Termi ”sähkökäyttöiset ajoneuvot” sisältää siis hybridit, ladattavat hybridit ja sähköautot.

Hybridillä (HEV) tässä työssä tarkoitetaan niin kevythybridejä (esim. Honda Insight) kuin täyshybridejäkin (esim. Toyota Prius). Hybrideistä käytetään kirjallisuudessa usein englanninkielistä lyhennettä HEV, joka tulee sanoista ”Hybrid Electric Vehicle”. Hybridiajoneuvot käyttävät polttomoottoria päätoimisena voimanlähteenä ja sähkömoottoria avustavana voimanlähteenä. Hybridien ajoakustot latautuvat vain polttomoottorista saatavalla energialla tai jarrutuksen aikaisesta energian talteenotosta. Tätä jarrutuksesta saatavaa energian talteenottoa kutsutaan regeneroinniksi.

Ladattavat hybridit (PHEV) ovat toimintaperiaatteeltaan muuten samanlaisia hybridien kanssa, mutta niiden ajoakusto pystytään lataamaan sähköverkosta. Näistä ajoneuvoista käytetään kirjallisuudessa usein lyhennettä PHEV, ”Plug-in Hybrid Electric Vehicle”. Tavallisista hybrideistä poikkeava ladattava hybridi on range extender -ajoneuvo. Tästä poikkeavasta alatyypistä käytetään kirjallisuudessa lyhennettä REEV, ”range-extended electric vehicle”. Näiden ajoneuvojen tapauksessa liikkuminen tapahtuu aina sähkömoottorin avulla ja polttomoottorilla vain ladataan ajoakustoa tarvittaessa.

Tässä työssä puhuttaessa sähköautoista (BEV, esim. Tesla Model S) tarkoitetaan akkukäyttöisiä sähköautoja. Kirjallisuudessa näihin ajoneuvoihin viitataan lyhenteellä BEV, "Battery Electric Vehicle". Nämä ajoneuvot edustavat puhdasta sähköistä ajoneuvoa. Kyseiset ajoneuvot ladataan sähköverkosta ja ajoakustoon varastoidun energian avulla käytetään sähkömoottoreita.

Sähkökäyttöisiä ajoneuvoja oli vuonna 2016 yhteensä rekisterissä 16 706 kpl [1; 2]. Tämä on vain 0,64 %:n osuus kokonaisautokannasta, joten valtavasta sähkökäyttöisten henkilöautojen kannasta ei voida vielä puhua. Kasvu on ollut kuitenkin jatkuvaa. Kysymys ei ole enää ole, sähköistykö autokanta suurelta osin vaan milloin autokanta sähköistyy suurilta osin!

Tässä insinööriyössä tarkastellaan Suomen autokannan tulevaisuuden kehitysnäkymiä ja tehdään sen perusteella kolme skenaariota autokannan sähköistymisestä ja sen vaikutuksesta jälkimarkkinoihin. Skenaariot perustuvat Tilastokeskuksen ja Trafín tilastoihin autokannan historiasta ja eri tahojen tuottamista tutkimuksista autokannan kehityksestä tulevaisuudessa. Työn lopputuloksena on kirjallinen selvitys, sekä laskentataulukko uuden korjaamon mitoittamisen avuksi autokannan kehitykseen perustuvien skenaarioiden perusteella. Laskentataulukossa syötetään korjaamon perusparametrit, valitaan kolmesta skenaariosta haluttu ja tämän perusteella saadaan korjaamolle vaadittava pinta-ala, vaadittu mekaanikkojen lukumäärä ja muita korjaamon perustamiseen liittyviä lukuja.

Insinööriyön tilaaja

Tämä insinööriyö tehtiin Autoalan Keskusliitto ry:lle (AKL ry). Autoalan keskusliitto on perustettu vuonna 1933 alkuperäisesti nimellä Suomen Autokorjaamoiden Liitto ry. Vuonna 1936 liiton nimeksi muutettiin Suomen Autokorjaamoiden ja -liikkeiden liitto SALL ry:ksi ja vuonna 1951 se vaihdettiin nykyiseen muotoonsa Autoalan Keskusliitto AKL ry:ksi. [3.]

AKL:n tarkoituksena on parantaa jäsenyritystensä toimintaympäristöä harjoittamalla edunvalvontaa, tuottamalla jäsenyrityksilleen palveluita ja edistää taloudellisia ja työmarkkinaetuja. Toiminnan pää pilarit ovat elinkeinopoliittinen edunvalvonta, työmarkkinapoliittinen edunvalvonta, työvoima- ja koulutuspoliittinen edunvalvonta sekä palveluiden tuotanto.

Elinkeinopoliittisen edunvalvonnan tavoite on luoda suotuisa toimintaympäristö tielii-kenteelle ja jäsenyryyksille mm. toimimalla yhteistyössä eri viranomaisten ja poliittisten päättäjien kanssa. Työmarkkinapoliittisen edunvalvontaan kuuluu neuvottelu autoalaa koskevista yleissitovista työ sopimuksista ja muista sopimuksista alan työntekijöitä ja toimihenkilöitä edustavien ammattiliittojen kanssa. Työvoima- ja koulutuspoliittisen edunvalvonnan tavoitteena on AKL:n sivujen mukaan ”varmistaa alalle riittävän ja am-mattikoulutetun työvoiman saanti”. AKL tuottaa jäsenistölleen mm. neuvonta-, koulutus-, ja tiedotuspalveluita. [4.]

Insinööri työ lähti liikkeelle Vesa Savelan ideasta ja kiinnostuksesta Suomen autokan-nan sähköistymisen vaikutuksia kohtaan. Ideaa jalostettiin yhdessä jonka perusteella aihe esiteltiin AKL:n tekniselle johtajalle Jouko Sohlbergille. Tämä työ tukee myös yhtä AKL:n tehtävää, joka on tuottaa jäsenistölleen korkeatasoisia tietopalveluita. Autoalan Keskusliiton mahdollistama pääsy useisiin asiaan liittyviin kontakteihin ja tietoihin teki AKL:stä äärimmäisen tärkeän yhteistyökumppanin.

Työn tavoite ja toteutus

Tämän insinööri työn tavoitteena oli luoda kolmen markkinaosuuden kasvun ennusteen ja arvioitujen ensirekisteröintien perusteella skenaariot, kuinka nopeasti sähkökäyttöi-set ajoneuvot yleistyvät Suomen autokannassa. Skenaarioiden pohjalta pystytään tar-kastelemaan mahdollisia muutoksia autoalan jälkimarkkinoihin. Toinen tärkeä työlle asetettu tavoite oli laatia laskentataulukko Microsoft Excel -ohjelmalla uuden autokor-jaamon mitoituksen avuksi. Tutkimustietoon pohjautuvien skenaarioiden perusteella voitiin mitoittaa mm. korjaamon vaatima henkilökunta, vaaditut tilat ja korjattavien ajo-neuvojen määrä, jotta liiketoiminta olisi kannattavaa valitulla skenaariolla.

Työ toteutettiin viidessä osassa: tiedonkeruu, kerätyn tiedon käsittely ja analysointi, skenaarioiden luominen, laskentataulukon laatiminen ja laskentataulukon tulosten ver-tailu ja analysointi. Työn ensimmäisessä vaiheessa, tiedonkeräämisessä, kerättiin jo tehtyjä selvityksiä ja tutkimuksia niin Suomen kuin Euroopankin autokannan kehityk-sestä. Vaikka Suomen autokanta poikkeaaakin Euroopan vastaavasta, katsottiin, että Euroopan autokannan muutokset ovat verrattavissa Suomessa tapahtuviin muutoksiin. Tärkeimpiä lähteitä tälle työlle olivat Duncan Kayn, Nikolas Hillin ja Dan Newmanin laatima selvitystyö *Powering Ahead The future of low-carbon cars and fuels* ja Eemil

Rauman Trafille laatima pro gradu -tutkielma *Suomen autokannan kehitys vuoteen 2025 asti; Tarkasteluja* [5; 6]. Tilastokeskuksen ja Trafín ylläpitämiä tietokantoja hyödynnettiin myös työn edetessä aktiivisesti. Tiedonkäsittelyvaiheessa kerätty aineisto jäsenneltiin, tuloksia tarkasteltiin ja niitä verrattiin keskenään. Kerätyn aineiston numeerinen data taulukoitiin ja tarvittaessa laadittiin kuvaajat tiedon havainnollistamiseksi. Kun aineisto oli todettu luotettavaksi ja työhön sopivaksi, sen perusteella laadittiin työn vaatimat skenaariomallit, joiden tuloksia sovellettiin korjaamon mitoitukseen käytettävässä laskentataulukossa. Työn päätteeksi mitoitettiin kuvitteellinen korjaamo laskentataulukon avulla hyödyntäen tyypillisen autokorjaamon tunnuslukuja.

2 Nykyisen autokannan tilanne

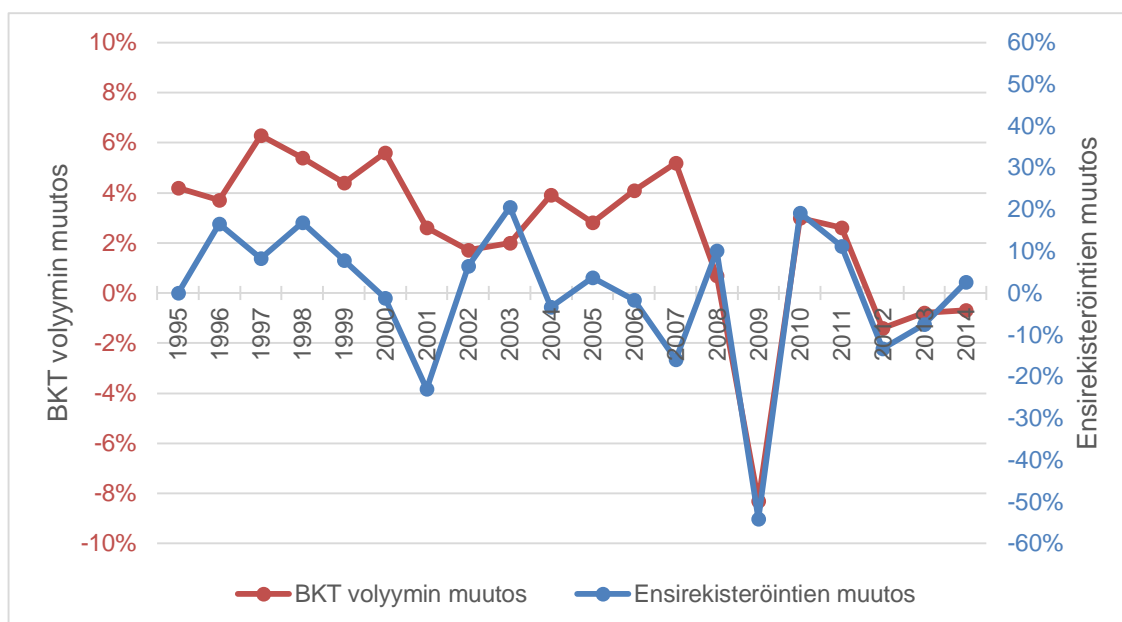
2.1 Autokannan muodostuminen

Suomen kokonaisautokanta muodostuu liikennekäyttöön rekisteröidyistä autoista. Kanta kasvaa, kun uusia autoja rekisteröidään tai ulkomailta maahantuodaan Suomeen ennalta rekisteröimättömiä autoja. Autokannasta poistuu autoja romutettaessa tai muuten liikennekäytöstä poistettaessa. Kokonaisautokanta muuttuu siis ensirekisteröitävien autojen ja ulkomailta maahantuotujen autojen rekisteröintien ja autokannasta poistuvien autojen vaikutuksesta. Kokonaisautokanta kasvaa, mikäli vuodessa ensirekisteröintien ja ulkomailta maahantuotujen autojen rekisteröintien summa on suurempi kuin samana vuonna autokannasta poistettavat autot. Päinvastaisessa tapauksessa kokonaisautokanta pienenee.

Autokannan kehitykseen vaikuttavat useat tekijät. Kehitykseen vaikuttavat Ajoneuvohallintakeskuksen (AKE, nykyisin Trafi) vuonna 2006 tekemän selvityksen mukaan seuraavat tekijät:

- väestön ikääntyminen
- arvojen ja asenteiden muutokset
- alue- ja yhdyskuntarakenteen muutokset
- kotitalouksien varallisuus
- energia
- teknologia [7, s. 26].

Eniten muutokseen vaikuttavat tekijät ovat tällä hetkellä Suomessa väestön ikääntyminen ja kotitalouksien varallisuuden muutos. Väestön ikääntyessä liikkumisen eri mahdollisuudet nousevat tärkeämpään asemaan. Ikääntyneiden ollessa työvoiman ulkopuolella heidän mahdollisuutensa vapaa-ajan liikkumiseen on moninkertainen töissä käyvään verrattuna. Kotitalouksien varallisuuden muutokset heijastuvat voimakkaasti autokauppaan. AKE:n selvityksen mukaan bruttokansantuotteen (bkt) muutokset ja ensirekisteröintien määrän muutokset ovat vahvasti yhteydessä toisiinsa, kuten kuvios-
ta 1 huomataan.



Kuvio 1. BKT:n ja ensirekisteröintien muutoksen vuosina 1995–2014 [8; 9].

Kuvasta 1 ilmenee, kuinka edellä mainitut tekijät vaikuttavat autokannan muutokseen. Kuva havainnollistaa millä tavoin eri tekijät vaikuttavat autokantaan ja autojen käyttämiseen. Kaikki kuvassa esiintyvät tekijät eivät vaikuta autokannan kehitykseen yhtä vahvasti, sekä osa tekijöistä vaikuttaa autokantaan ja sen kehitykseen välillisesti.



Kuva 1. Autokannan muutokseen vaikuttavat tekijät [7, s. 26].

Väestön ikärakenteen ja alue- ja yhdyskuntarakenteen muutokset tulevaisuudessa vaikuttavat voimakkaasti autokannan rakenteeseen ja kehitykseen. Kaupungistumisen ollessa tämänhetkinen trendi, muuttuvat ihmisten tavat liikkua huomattavasti. Ihmisten muuttaessa kaupunkeihin välimatkat palveluiden, töiden ja kodin välillä lyhenevät. Näin myös tarve omaan autoon vähenee. Tiivis yhdyskuntarakenne mahdollistaa tehokkaan julkisen liikenteen palveluiden tuottamisen. Julkisten palveluiden mahdollistama liikkuminen vähentää edelleen tarvetta omalle autolle. Kääntöpuolena kaupungistuminen aiheuttaa maakuntien palveluiden harvenemisen, jolloin etäisyyden niihin kasvavat. Oman auton merkitys maakunnissa siis todennäköisesti kasvaa huomattavasti tulevaisuudessa.

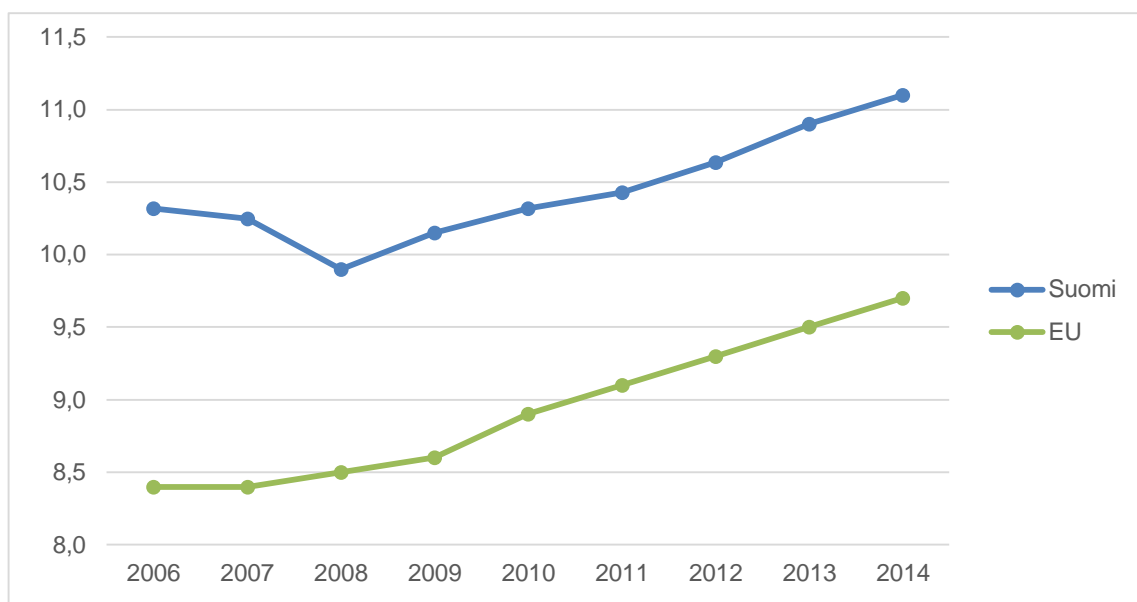
Talouden suhdanteet vaikuttavat hyvin voimakkaasti autokauppaan. Kalliiden kulutus- hyödykkeiden, kuten auton, ostaminen epävarmassa taloustilanteessa on epätodennäköisempää. Tämä aiheuttaa autokannan keski-ikänsä kasvun taloudellisesti epävarmoina aikoina. Käyttökustannuksilla ja poliittisilla päätöksillä on myös vaikutus niin uuden auton hankintaan kuin sen käyttöönkin. Öljyn hinnalla on suuri merkitys auton käyttökus-

tannuksiin polttoaineen muodossa. Polttoaine muodostaa suurimman osan auton vuositaisista käyttökustannuksista. Suomen polttoaineeseen kohdistuvien verojen ollessa vuonna 2016 n. 68 % 95-oktaanisen bensiinin hinnasta ja dieselpolttoaineen n. 62 % eivät öljyn hinnan muutokset kuitenkaan vaikuta täysimääräisesti kuluttajahintoihin [10].

Korjaamoiden näkökulmasta puhuttaessa autokannasta, tarkoitetaan usein kyseisen korjaamon aktiiviautokantaa. Aktiiviautokannalla tarkoitetaan autokantaa, jonka hallinnoijat mahdollisesti käyttävät korjaamon palveluita. Aktiiviautokannan tyypillinen tarkastelu-aika on 7 tai 10 viimeisimmän vuoden autokanta. Merkkikorjaamon tapauksessa aktiiviautokanta olisi kyseisen korjaamon edustaman merkkiset autot viimeisimmältä kymmeneltä vuodelta. Ne autot ja niiden käyttäjät aktiiviautokannasta, jotka päätyvät käyttämän tietyn korjaamon palveluita kutsutaan lojaaliksi autokannaksi.

2.2 Autokannan nykyinen tilanne

Suomen autokannan yksi tunnusmerkeistä on sen korkea keski-ikä. Vuonna 2014 liikennekäytössä olevan henkilöautokannan keski-ikä ilman museoautoja oli 11,1 vuotta [11]. Tämä on huomattavasti korkeampi kuin Euroopan arvioitu keskiarvo, joka oli samana vuonna 9,7 vuotta [12]. Suomen liikennekäytössä olevan henkilöautokannan keski-ikä on jatkanut kasvuaan vuodesta 2008 asti. Kuviosta 2 huomataan, että niin Suomen kuin Euroopan autokannan keski-ikä on kasvanut vuoteen 2014 mennessä.



Kuvio 2. Suomen ja Euroopan henkilöautojen keski-ikä 2006–2014.

Autokannan uusiutuminen on ollut Suomessa hidasta. Uusia henkilöautoja on rekisteröity keskimäärin n. 111 000 kpl vuodessa vuosina 2010–2015 [9]. Autoalan keskusliiton (AKL) hallituksen puheenjohtajan Heikki Häggkvistin mukaan vaadittaisiin yli 150 000 uuden auton myyntiä vuosittain, jotta autokannan keski-ikä kasvu saataisiin pysäytettyä [13].

Manner-Suomessa henkilö- ja pakettiautoja oli vuonna 2015 yhteensä 2,9 miljoonaa. Henkilöautokanta on kasvanut tasaisesti vuodesta 2009 lähtien keskimäärin 27 200 autoa vuodessa [8]. Käyttövoimana on edelleen pääosin perinteiset bensiini ja diesel-polttoaineet. Dieselin osuus on kasvanut huomattavasti vuoteen 2015 mennessä ja bensiini on menettänyt osuuttaan. Vuonna 2007 dieselä käyttäviä autoja oli 15 % henkilöautoista, kun vuonna 2015 niitä oli jo 27 %. Vaihtoehtoisten käyttövoimien osuus vuonna 2015 oli edelleen marginaaliosuutena kokonaishenkilöautokannasta. Sähkökäyttöisten henkilöautojen yhteenlaskettu osuus koko autokannasta on vain 0,64 % eli 16 706 autoa. Maakaasu-, biopolttoainekäyttöisten henkilöautojen osuus on pienempi, vain 0,19 % autokannasta, eli 4 958 autoa [1; 2].

Pienistä kokonaisosuuksistaan huolimatta vaihtoehtoiset käyttövoimat ovat kasvattaneet nopeasti suosiotaan. Tämä johtuu tekniikan kehittymisen ja autovalmistajien tarjoaman valikoiman kasvamisesta. Yhä useammalla valmistajalla on tarjoamassaan

valikoimassa joko hybridi- tai täyssähköajoneuvo, ja tämä trendi vaikuttaisi jatkuvan kiihtyvällä tahdilla.

Suomessa rekisteröitiin vuonna 2015 Trafin tilaston mukaan yhdeksää eri sähköautomallia [14]. Mallitarjonta on edelleen siis suppea. Sähköautojen kannan ja malliston kasvu on ollut kuitenkin jatkuvaa. Hybridi- ja ladattavien hybridikäyttöisten henkilöautojen mallitarjonta oli vuonna 2015 sähköautoja huomattavasti suurempi. Trafin hybridi- ja ladattavien hybridikäyttöisten henkilöautojen ensirekisteröinneistä pidettävän tilaston mukaan eri rekisteröityjä malleja oli yhteensä 36 kappaletta [15]. Taulukosta 1 huomataan sähköautojen kannan jatkuva kasvu sekä ensirekisteröintien lisääntyminen. Vuoden 2014 sähköautojen huima kasvu selittyi pääasiassa Tesla Model S:n saapumisesta Suomeen. Tesloja rekisteröitiin vuonna 2014 94 kappaletta, 51 % kaikista sähköautojen ensirekisteröinneistä. Hybridien ja ladattavien hybridien osuus on ollut tasaisessa kasvussa niin ensirekisteröintien kasvun kuin kokonaisautokannan osalta. Pääosa sähkökäyttöisistä ajoneuvoista on tällä hetkellä hybridejä. Sähköverkosta ladattavien autojen osuus on kuitenkin kasvussa.

Taulukko 1. Sähköautojen, hybridien ja ladattavien hybridien ensirekisteröinnit vuosina 2013–2015 [14; 15].

Käyttövoima	2013 (autoa)	Muutos 2013– 2014 (%)	2014 (autoa)	Muutos 2014–2015 (%)	2015 (autoa)
Sähköautot	50	266,0 %	183	32,8 %	243
Hybridit ja ladattavat hybridit	2420	5,0 %	2542	28,6 %	3269

Autokannan ominaisuuksilla on useita vaikutuksia jälkimarkkinoihin ja sen toimintaan [16]. Esimerkiksi eri käyttövoimien vaatima huoltotarve on erisuuruinen. Sähköauton tarve huollolle on normaalissa käytössä pääosin mekaanisiin osiin, kuten jarruihin ja pyöräntuennan komponentteihin, kohdistuvia huoltotöitä. Sähköisen voimalinjan komponentit ovat pääosin huoltovapaita. Huoltotöiden eriäväisyys vaikuttaa myös korjaamon suunnitteluun ja korjaamolaitevalintoihin. Esimerkkinä tästä on öljyn jakelupisteen jääminen tarpeettomaksi moottoriöljyn puuttuessa sähkömoottoreista. Korjaamo, joka huoltaa sähkökäyttöisiä ajoneuvoja, rinnastetaan sähkölaitekorjaamoon ja sähkölaboratorioon. Tämänkaltaisiin tiloihin sovelletaan Suomen Standardisoimisliitto SFS ry:n määrittelemää standardia SFS 6002. Tämä vaatii korjaamolta mm. seuraavia toimenpiteitä:

- Ilmoitus sähkö- ja hybridiajoneuvojen huolto- tai korjaustoiminnasta Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle (Tukes).
- Sähkötöiden johtajan ja työnaikaisen sähköturvallisuuden valvojan nimeäminen.
- Sähkö- ja hybridiajoneuvoja huoltavalle henkilökunnalle SFS 6002 -standardin mukaisen pätevyyden koulutus.
- Muun henkilökunnan perehdyttäminen sähkön vaaroihin ja onnettomuustilanteisiin. [17.]

Lisäksi sähkötekniikka asettaa nostimille tiettyjä vaatimuksia. Osassa sähköautoista ajoakusto on sijoitettu ajoneuvon pohjaan, jolloin se vaihdetaan ajoneuvon alapuolelta. Muun muassa tämä tulee ottaa huomioon valittaessa nostimia korjaamoon. [18, s. 34.] Koska tämän työn pääpaino on korjaamon mitoituksessa, ei korjaamolaitevalintoihin ja itse korjaamopaikkojen varusteluun ole otettu kantaa. Esa Laakso on tehnyt kuitenkin insinööriyön kyseisestä aiheesta, ja se toimii tämän työn kanssa hyvänä kokonaisuutena suunniteltaessa uutta autokorjaamoa [18].

Sähkötekniikka muuttaa myös voimakkaasti autoalan osaamisvaatimuksia. Kuten aikaisemmin mainittu, korjaamoissa, joissa korjataan tai huolletaan käyttöjännitteeltään yli 50 V:n vaihtojännitteisiä tai 120 V:n tasajännitteisiä sähköajoneuvoja, täytyy nykypäivänä olla nimetty sähkötöiden johtaja [17]. Sähkötöiden vaatimien viranomaisvaatimusten lisäksi myös autojen tekniikka on kehittynyt voimakkaasti, joten autojen kanssa työskentelevien osaamisen tulee myöskin olla kattavampaa.

3 Autokannan muutos tulevaisuudessa

3.1 Autokannan muutokseen vaikuttavia tekijöitä

Autot ja niihin liittyvät tekniikka on jatkuvassa muutoksessa. Kuitenkin vuonna 2010 alkanut sähkökäyttöisten autojen yleistyminen [19] vaikuttaa aikaisempaa radikaalimmin autotekniikan kehitykseen. Bensiini- ja dieselmootoreille kehittyessä kilpailevia käyttövoiman muotoja, muuttuu autokanta ja sen toimintaympäristö huomattavasti. Esimerkkinä sähköautojen aiheuttamasta muutoksesta on tankkausasemille ilmestyneet sähköautoille tarkoitetut pikalatauspisteet vaihtoehdoksi perinteisille polttoaineiden tankkauspisteille [20].

Henkilöautokannan on ennustettu kasvavan tulevaisuudessa niin AKE:n 2006 tekemän selvityksen kuin Eemil Rauman pro gradu -tutkielman perusteella [7, s. 33–36; 5, s. 53–55]. Autoalan jälkimarkkinoille tämä tarkoittaa edelleen kasvavaa markkinapotentiaalia. Ensirekisteröintejä tehdään Suomessa vuosina 2014–2025 ennusteen mukaan n. 113 000–124 000 [5, s. 51]. Näistä ensirekisteröinneistä osa on sähkö- tai hybridiautoja. Ennusteet tulevien vaihtoehtoisten käyttövoimien markkinaosuuksista vaihtelevat huomattavasti. Kayn ym. vuonna 2013 laatiman tutkimuksen mukaan vuonna 2030 sähköautojen markkinaosuus on 5–20 % ja hybridiautojen 20–50 % [6, s. 130]. Vaihteluvälien suuruudet selittyvät ennusteiden riippuvuudesta monesta muuttujasta. Voimakkaimmin kehitykseen tutkimuksen mukaan vaikuttavat poliittiset päätökset ja teknikan kehittyminen.

Taulukossa 2 on kuvattu hybridiautojen, plug-in-hybridien, range extended -ajoneuvojen ja sähköautojen markkinaosuuksia vuosina 2020 ja 2030. Kuvassa on esitetty myös sähköisten ajoneuvojen kokonaismarkkinaosuus edellä mainittuina vuosina. Kayn ym. muodostamat arviot markkinaosuuksista perustuvat neljääntoista tutkimuksen vertailuun ja analysointiin [6, s. xiv].

Taulukko 2. Ennusteet vaihtoehtoisten käyttövoimien markkinaosuuksille vuonna 2020 ja 2030 [6, s. 130].

Technology	2020	2030
Hybrid electric vehicles	5–20%	20–50%
Plug-in hybrid electric vehicles	1–5%	15–30%
Range-extended electric vehicles	1–2%	5–20%
Battery electric vehicles	1–5%	5–20%
'Advanced electric vehicles' (plug-in/range-extended hybrid and battery electric vehicles combined)	2–10%	20–50%

Suomessa käynnissä oleva väestö- ja aluerakenteen muutos on otettava huomioon arvioitaessa autokantaa tulevaisuudessa. Aikaisemmin mainittu kaupungistuminen muuttaa ihmisten tapoja liikkua. Liikkuminen saattaa esimerkiksi muuttua yksittäisen ihmisen liikkumisesta kohti ryhmissä liikkumista, kuten julkinen liikenne tai liikkumisen tuotteistamiseksi palveluksi. Tällä liikkuminen palveluna konseptia kutsutaan Mobility as a Serviceksi (MaaS). MaaS:lla tarkoitetaan useiden kulkuvälineiden (junat, bussit

ym.) yhdistämistä yhteen kanavaan ja yhden maksun alle. Idean tarkoituksena on tuottaa ovelta ovelle -liikkumisen palvelu, joka on vaihtoehto omalle autolle. Julkisen liikenteen palveluiden tehostuminen ja helpompi hyödyntäminen muodostaa hyvän kilpailijan yksityisautoilulle. Useamman ihmisen muuttaessa kaupunkiin, mahdollisuudet näiden palveluiden käyttämiseen kasvavat.

Väestön ikääntyminen on myös huomioitava arvioitaessa tulevaa autokantaa, sen muutoksia ja mahdollisia asiakkaita. Tilastokeskuksen väestöennusteen mukaan [21] vuonna 2020 yli 65-vuotiaita on 23 % väestöstä ja vuonna 2030 heitä on jo 26 % koko väestöstä. Olettaessa huomioon väestönkasvu, tämä tarkoittaa 140 000 ja 355 000 yli 65-vuotiasta enemmän kuin vuonna 2015 vastaavina vuosina. Vuonna 2020 yli 65-vuotiaita on siis 13 % enemmän kuin vuonna 2015, ja vuonna 2030 jo 32 % enemmän kuin vuonna 2015. Tämä on huomattava muutos väestökannassa ja vaikuttaa merkittävästi mietittäessä tulevaisuudessa asiakasryhmiä, markkinointia ja liikkumistottumuksia.

3.2 Vaihtoehtoisten käyttövoimien yleistymiseen vaikuttavat tekijät

Yhdysvalloissa tehdyn tutkimuksen [22] mukaan haasteita sähkö- ja hybridautojen yleistymiselle kuluttajan näkökulmasta ovat seuraavat:

- Vähäinen tieto ja kokemukset sähköisistä ajoneuvoista. Puute tiedosta kuinka sähköajoneuvoja huolletaan ja ylläpidetään aiheuttaa epävarmuutta valittaessa automallia.
- Kallis hankintahinta. Sähkökäyttöiset ajoneuvot ovat huomattavasti kalliimpia hankintahinnaltaan kuin tavalliset polttomoottorikäyttöiset autot. Sähköisten ajoneuvojen matalille käyttökustannuksille ei anneta riittävästi painoarvoa, hankintahinta on tärkeämmässä asemassa ostopäätöstä tehdessä.
- Sähköautojen lyhyt kantama. Suurimmassa osassa sähköautoista kantama on tällä hetkellä 60–120 km yhdellä latauksella. Pääosan väestöstä päivittäiseen ajomatkaan tämä kuitenkin riittäisi hyvin.
- Sähkö- ja hybridautojen rajattu mallisto. Tarjottu mallisto on kapea eikä välttämättä täytä asiakkaiden tarpeita autolle.

Näistä kaksi, auton hankintahinta ja sähköautojen lyhyt kantama, vaikuttavat Suomessa eniten. Lyhyt kantama vaikuttaa korostuneesti Suomessa pitkien välimatkojen ja

harvan latausinfrastruktuurin kautta. Vallen vuonna 2012 Trafille tekemän tutkimuksen perusteella auton hinta on suurin yksittäinen tekijä ostettaessa autoa [23, s. 11]. Sähköautot ovat tällä hetkellä vielä huomattavasti kalliimpia hankintahinnaltaan kuin perinteiset polttomoottoriautot. Latausinfrastruktuurin puute on myös Suomessa korostunut ongelma. Suomessa oli helmikuussa 2016 212 julkista latauspistettä. Perinteisiä huoltoasemia oli Öljy- ja biopolttoainealan mukaan vuonna 2014 1892 kappaletta, eikä määrä ole todennäköisesti muuttunut voimakkaasti kahdessa vuodessa [24]. Latauspisteitä on siis huomattavasti vähemmän ja harvemmassa kuin perinteisiä huoltoasemia. Liitteessä 1 oleva kartta Suomen pikalatauspisteistä vuonna 2014 havainnollistaa latauspisteiden etäisyyttä suhteessa toisiinsa [25]. Julkisista latauspisteistä suurin osa oli Etelä- ja Lounais-Suomessa [26]. Latausasemien välimatkojen ollessa pitkiä kuljettaessa Suomessa etelä-pohjoissuunnassa, ei ole mielekästä matkustaa tämän tyyppistä matkaa sähköautolla.

Kokonaisuudessaan sähkökäyttöisten ajoneuvojen markkinaosuuksiin vaikuttaa kuitenkin useat muutkin tekijät, kuin mitä yksittäinen kuluttaja kokee. Asioita, joita tuli huomioida Kayn ym. [6, s. 117] mukaan muodostettaessa skenaarioita markkinaosuuksista, olivat

- poliittiset päätökset
- mahdollisuudet saavuttaa CO₂-päästötavoitteet perinteisen polttomoottoritekniikan avulla
- akkutekniikan hinta (akuston elinikä ja käytettävissä oleva varaustila)
- latausinfrastruktuuri
- latausajat
- energian hinta, varsinkin, öljyn mutta myös vaihtoehtoisten energiamuotojen hinnat
- omistamisen kokonaishinta
- uusien mallien saatavuus
- kuluttajien kysyntä ja kiinnostus
- uudet liiketoimintamallit
- taloudellinen tilanne.

Tekijöitä ei kuitenkaan tutkimuksen mukaan pystytty asettamaan tärkeysjärjestykseen markkinaosuuteen vaikutuksen mukaan. Yllä olevasta listasta poliittisilla päätöksillä on kuitenkin huomattavan voimakas vaikutus uusien tekniikoiden yleistymiseen liikennekäytössä. Tästä hyvänä esimerkkinä on Norja. Se on tukenut sähköisten ajoneuvojen yleistymistä jo vuodesta 1990 erilaisin toimenpitein [27]. Vuonna 2016 kannustimia sähköauton ostoon Norjassa olivat mm. vapautus arvolisäverosta, ilmainen pysäköinti merkityille paikoille, vapautus rekisteröintimaksusta ja kevennetty vuosittainen käyttömaksu [28, s. 19]. Näiden kannustimien avulla oli sähköisten ajoneuvojen markkinaosuus uusista autoista heinäkuussa 2015 22,9 % [29]. Markkinaosuus on Euroopan ja myös maailman korkein.

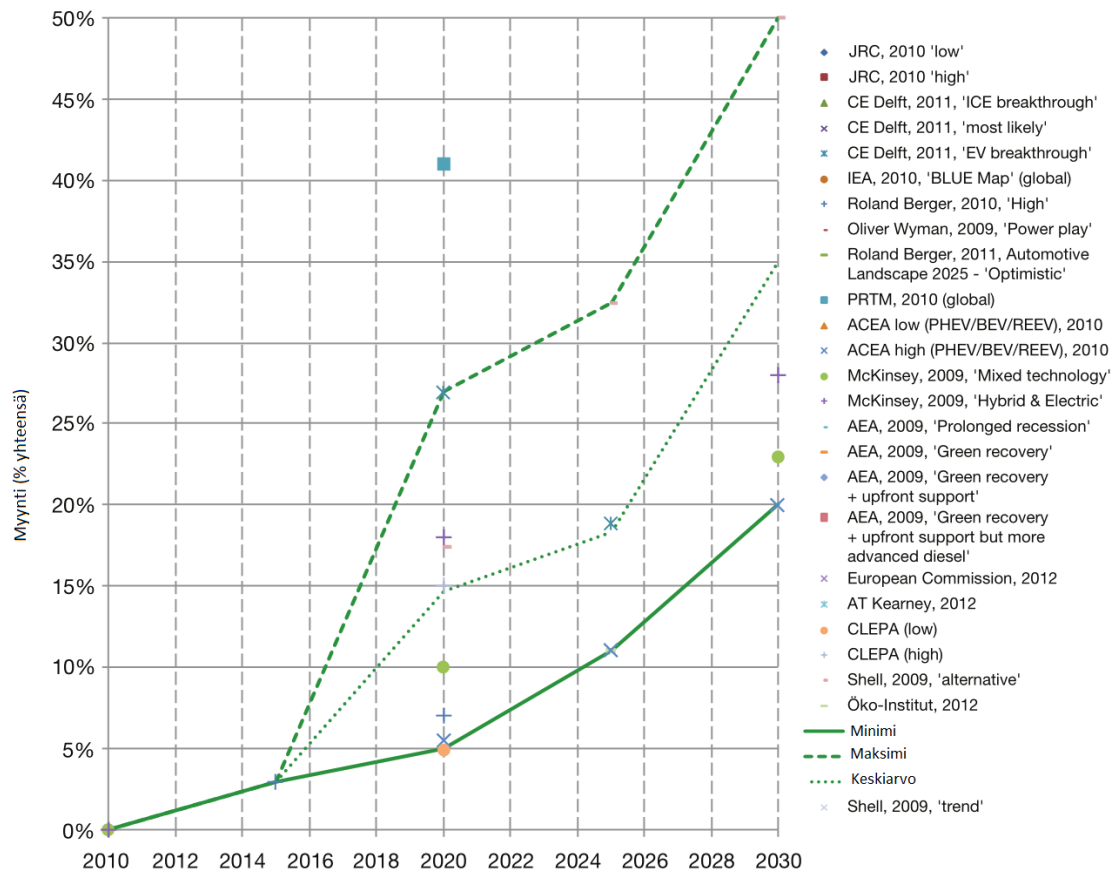
3.3 Hybridien ja ladattavien hybridien autojen osuuden kehitys tulevaisuudessa

Hybridien ja ladattavien hybridien voidaan tulkita Kayn ym. tutkimuksen tulosten perusteella kasvattavan markkinaosuuttaan huomattavasti sähköautoja nopeammin [6, s. 104–109]. Tutkimuksessa eroteltiin hybridien ja ladattavien hybridien ennusteet erikseen. Markkinaosuuksien suuremmat kasvut sähköautoihin verrattuna johtuvat todennäköisesti hybridien ja ladattavien hybridien pidemmästä toimintamatkasta sähköautoihin verrattuna. Toimintamatkan ollessa pidempi kuluttajien kokema ”range anxiety” ilmiö lievenee huomattavasti. Range anxietyllä tarkoitetaan ilmiötä, jossa kuljettaja seuraa jatkuvasti, riittääkö auton liikuttamiseen vaadittava energia matkan loppuun asti. Deloitte tekemässä tutkimuksessa havaittiin, että esimerkiksi Saksassa 27 % autoilijoista vaati sähköiseltä ajoneuvolta vähintään 320 km:n toimintamatkaa ja 31 % vähintään 480 km:n toimintamatkaa, jotta he voisivat harkita sellaisen ostamista tai vuokraamista [30, s. 6].

Ennusteet hybridien markkinaosuudesta

Hybridit ovat olleet vuoteen 2016 mennessä ehdottomasti myydyimpiä sähköisistä ajoneuvoista Suomessa [1; 2]. Niiden myös ennustetaan kasvattavan markkinaosuuttaan tasaisesti tulevaisuudessa. Kayn ym. tutkimuksessa kuitenkin esitetään huomio, jonka mukaan on mahdollista, että kehittyneemmät teknologiat, kuten ladattavat hybridit ja sähköautot, alkaisivat viedä hybridien markkinaosuutta vuoteen 2025 mennessä [6, s. 103].

Kuvassa 2 esitetään ennuste hybridien kokonaismarkkinaosuuksista vuoteen 2030 mennessä. Tässäkin ennusteessa vaihteluväli minimin ja maksimin välillä on suuri. Kehityksen uskotaan keskiarvoon perustuvan ennusteen perusteella olevan kuitenkin nopeaa aina vuoteen 2020 asti, minkä jälkeen se hieman hidastuu. Kasvu jatkuu kuitenkin voimakkaana aina vuoteen 2030 asti.



Kuva 2. Ennusteet hybridiautojen kokonaismarkkinaosuudesta vuosina 2010-2030 [6, s. 104, muokattu].

Hybridit sopivat hyvin Suomen pitkiin välimatkoihin. Onkin todennäköistä autokannan kehityksen tilastoiden perusteella olettaa, että hybridit tulevat jatkossakin yleistymään Suomessa. Automäärinä Suomessa 111 000 ensirekisteröinnin kappalemäärällä vuonna 2020 keskiarvoon perustuvan 14,6 % markkinaosuuden mukaan hybridiautoja rekisteröitäisiin 16 206 kappaletta. Vuonna 2030 vastaavalla ensirekisteröintien määrällä 34,9 % markkinaosuus tarkoittaisi kokonaisuudessaan jo 38 739 auton ensirekisteröintiä. Tämä 22 533 auton kasvu olisi jo huomattava ja jälkimarkkinoilla reagointia vaativa muutos.

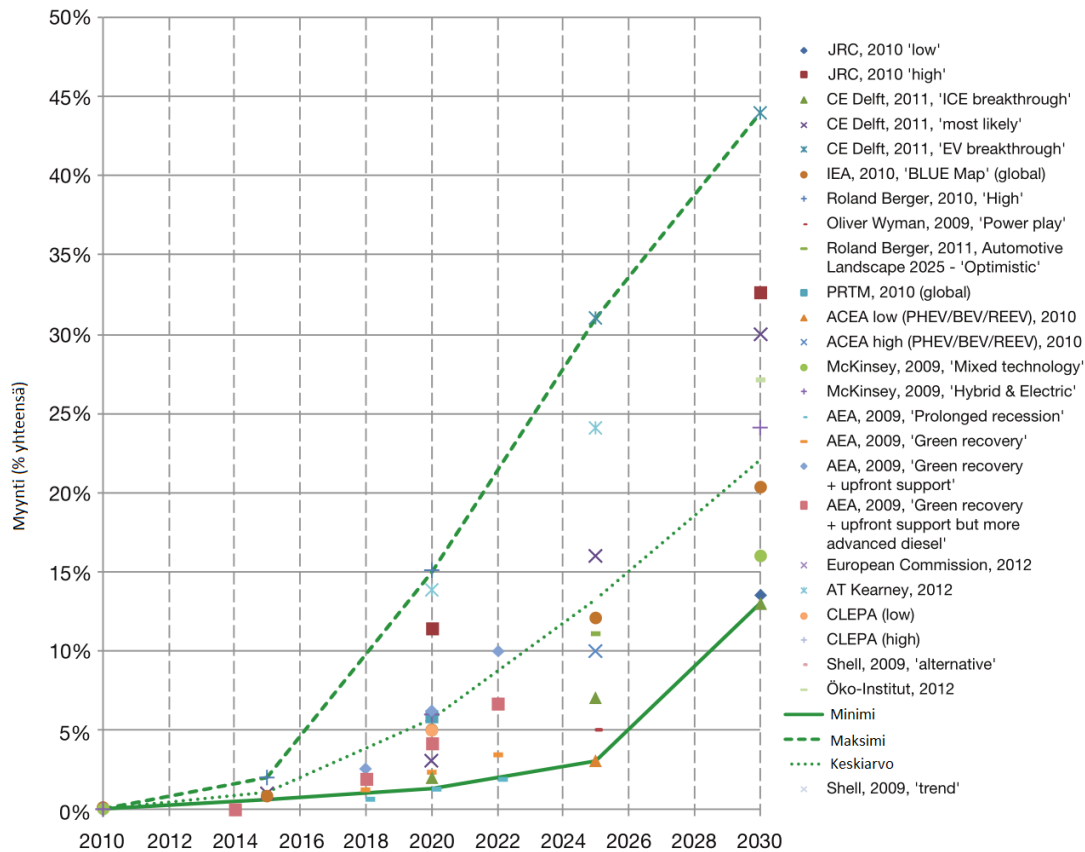
Ennusteet ladattavien hybridien markkinaosuudesta

Ladattavia hybridejä on ollut tarjolla vuoteen 2016 mennessä rajoitetusti ja niiden osuudet kokonaisautokannasta ovat edelleen pieniä. Näidenkin kehityksen ennustetaan kasvavan voimakkaasti tarjotun malliston laajentuessa. Tekniikan kehittyessä tulevaisuudessa ladattavat hybridit alkavat todennäköisesti syrjäyttämään tavallisia hybridejä. Etuna ladattavalle hybridille tavalliseen verrattuna on mahdollisuus ajaa sähköllä päivittäin, tarvitsematta välttämättä käyttää polttomoottoria ollenkaan. Mahdollisuus akuston lataamiseen sähköverkosta tekee ladattavasta hybridistä edullisemman käyttökustannuksiltaan pidemmällä aikavälillä.

Kuvassa 3 esitetään ennuste ladattavien hybridien kokonaismarkkinaosuuksista vuoteen 2030 mennessä. Vaihteluväli on edelleen minimin ja maksimin välillä suuri. Erona tavalliseen hybridiin verrattuna kaikki ennusteet ovat maltillisempia kokonaisosuuden suhteen.

Vuoden 2020 maksimin, 11,4 % osuuden, toteutumiseen JRC:n 2010 tutkimuksessa tehtiin oletus, että latausinfrastrukturi kasvaa voimakkaasti ja akkutekniikka kehittyy nopeasti [16, s. 105]. Tämä skenaario on poikkeuksellinen kolmen muun ennusteen kanssa ja siten myös epätodennäköinen.

Rekisteröityjä ladattavia hybridejä olisi keskiarvoskenaarion mukaisesti vuonna 2020 7,2 % markkinaosuudella 7 992 ajoneuvoa 111 000 vuosittaisella ensirekisteröintimäärällä. Vuonna 2030 markkinaosuus olisi keskiarvoskenaarion mukaisesti 22 %, jolloin vastaavalla ensirekisteröintimäärällä ladattavia hybrideitä rekisteröitäisiin 24 420 kappaletta.



Kuva 3. Ennusteet ladattavien hybridautojen kokonaismarkkinaosuudesta vuosina 2010–2030 [6, s. 105, muokattu].

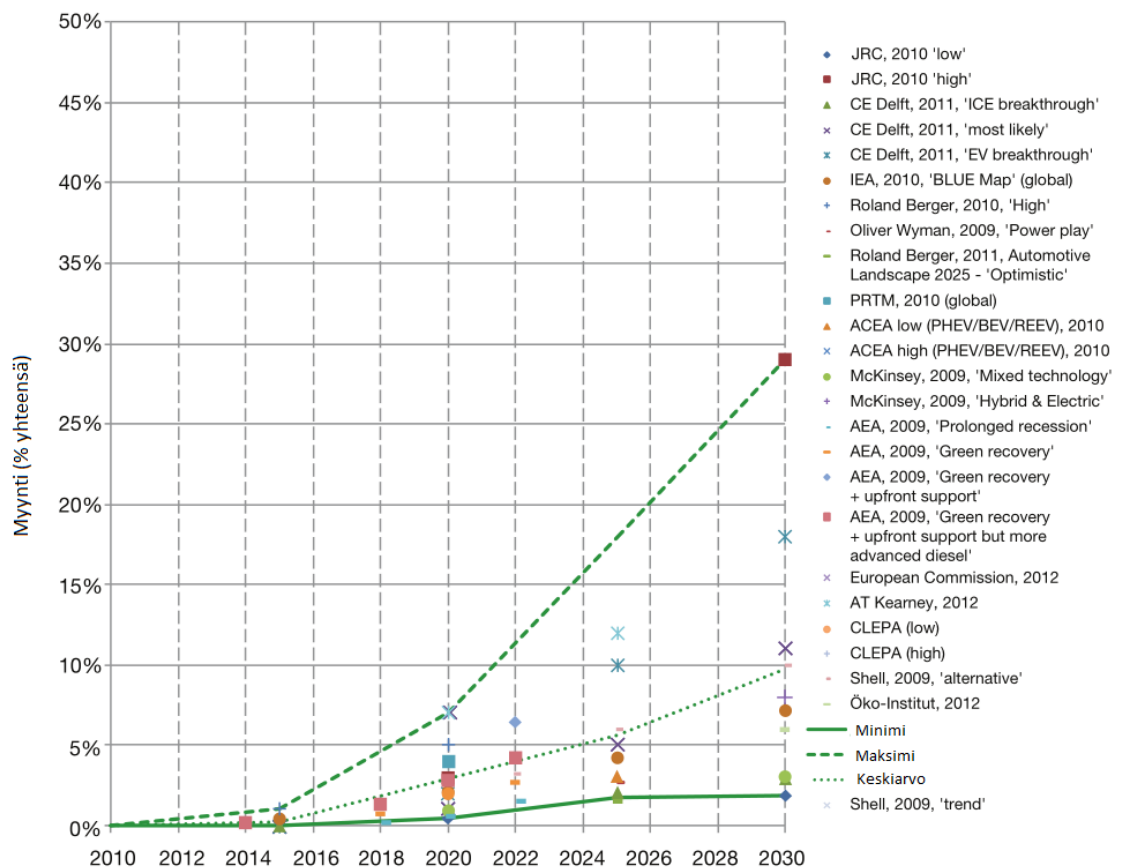
Liikenne- ja viestintäministeriön vuonna 2011 teettämän tutkimuksen mukaan 80 % suomalaisten päivittäisestä ajosuoritteesta on alle 50 km [31, s. 8]. Kuitenkin tarve pidemmän yhtäjaksoisen matkan, kuten mökkireissun tai pidemmän satunnaisen työmatkan, tekemiseen on olemassa. Tämän tyyppiseen ajoprofiiliin ladattava hybridi sopii hyvin. Sähköverkosta ladattavalla energialla kuljettaisiin arkiset matkat, mutta samalla autolla on mahdollisuus tehdä myös pidempi yhtäjaksoinen matka. Näin voidaan olettaa ladattavien hybridien kasvattavat osuuttaan Suomessa voimakkaasti.

3.2 Sähköautojen markkinaosuuden kehitys tulevaisuudessa

Sähköautojen yleistymisestä on tehty useita tutkimuksia ja selvityksiä. Kayn ym. tekemässä tutkimuksessa on käyty läpi 17 tutkimusta, jotka käsittelevät sähköautojen yleistymistä [6, s. 107]. Useissa tutkimuksissa oli vähintään kaksi skenaariota, nopea ja hidas yleistymisen. Tämä johtuu sähköautojen markkinaosuuksien herkkyydestä monille muuttujille. Kuvassa 4 esitetään ennuste sähköautojen kokonaismarkkinaosuudesta

vuoteen 2030 mennessä. Ennusteiden huomataan eroavan minimin ja maksimin välillä, mitä pidemmälle tulevaisuuteen edetään. Kymmenkertaiset erot vuoden 2030 ennusteiden välillä voidaan selittää sähköautojen vahvasta riippuvuudesta poliittisista päätöksistä, tekniikan kehitymisestä ja energian mahdollisten muutosten aiheuttamista paineista markkinoilla.

Ennusteiden keskiarvoon perustuvan arvion mukaan sähköautojen markkinaosuuden oletetaan olevan pieni alkuun, vain n. 2,5 % vuonna 2020. Tekniikan kehittyessä ja CO₂-päästörajoitusten tiukentuessa markkinaosuus kasvaisi kuitenkin voimakkaasti n. 10 %:iin vuoteen 2030 mennessä. Maksimiin perustuva arvio olisi mahdollinen, jos tekniikassa tapahtuisi suuria läpimurtoja lähitulevaisuudessa ja sähköautoja alettaisiin ympäri Eurooppaa tukemaan voimakkaasti valtioiden toimesta.



Kuva 4. Ennusteet sähköautojen kokonaismarkkinaosuudesta vuosina 2010–2030 [6, s. 108, muokattu].

Tutkimuksen tuloksia voidaan todennäköisesti soveltaa myös Suomeen ja sen autokannan kehitykseen. Suomen erityisolosuhteet, kuten vaativat sääolosuhteet ja pitkät

etäisyydet palveluiden ja kaupunkien välillä, asettavat haasteita sähköautoille. Nämä ongelmat ovat kuitenkin ratkaistavissa tekniikan kehittyessä. Tarkasteltaessa markkinaosuuksia Suomen tapauksessa tarkoittaisi keskiarvon mukainen n. 2,5 %:n markkinaosuus vuonna 2020 ensirekisteröitäessä 111 000 autoa vuodessa 2 775 sähköauton rekisteröimistä. Vuonna 2030 samalla määrällä ensirekisteröintejä sähköautoja rekisteröitäisiin 11 100 kappaletta eli 8 325 kappaletta enemmän kuin 2020.

4 Korjaamon tunnusluvut

4.1 Tämänhetkiset tunnusluvut

Uutta korjaamoa mitoitettaessa sen toimintaan vaikuttavat useat tekijät. Näitä tekijöitä ovat

- koko Suomen ensirekisteröintien lukumäärä
- talousalueen kokonaismarkkinat
- huollettavan automerkin tai automerkkien markkinaosuus valitulla talous-alueella
- aktiiviautokannan määrä
- markkinapotentiaalin määrittäminen
- vaihtoautojen myyntimäärät
- mekaanikoiden tehokerrointavoite
- aktiiviautokannan huoltotarve tunteina.

Korjaamoa mitoitettaessa aloitetaan autokannan ja aktiivisen autokannan mitoituksesta ja määrittelystä. Kun huollettavan merkin aktiiviautokanta on tiedossa, arvioidaan tai tehdään selvitys kyseisen merkin huoltotarpeelle. Näiden tunnuslukujen perusteella pystytään määrittämään jokaisen korjaamon huoltaman merkin työllistävä vaikutus. Merkkien työllistävän vaikutuksen perusteella on mahdollista määrittää, montako autoa per mekaanikko kyseinen merkki työllistää. Mikäli kyseessä on autotalo, täytyy myös varustelun ja vaihtoautojen kunnostukseen vaadittava työaika ottaa huomioon mitoitettaessa korjaamoa. Autokannan ja merkin työllistävän vaikutuksen perusteella pystytään mitoittamaan, montako mekaanikkoa tarvitaan. Mekaanikoiden määrän perusteella loput korjaamosta, kuten tarvittava pinta-ala, työnjohtajien määrä, varaosahenkilöiden määrä sekä muun tarpeellisen henkilöstön lukumäärä voidaan määrittää tarkasti.

Olemassa olevalla autokorjaamolla tyypillisesti seurattavia mittareita ovat Sohlbergin mukaan tuottavuus, teholuku ja jonoaika. Tuottavuuden mittaus on tiivistetysti mittarille, kuinka monta euroa henkilöstö tuottaa per työpaikalla vietetty kokonaisläsnäoloaika. [32, s. 50.] Tämä mittari kertoo mm. seuraavista tekijöistä:

- prosessin tehokkuudesta
- hinnoittelusta
- tehdyistä hukkatöistä ja goodwill-töistä
- laskuttamattomista töistä
- henkilökunnan odotusajasta
- tukitoimintojen (kuten varaosat) tehokkuudesta
- lisämyynnin aktiivisuudesta
- koulutukseen käytetystä ajasta.

Tuottavuus on siis konkreettinen mittari, joka kertoo, mitä työpaikalla tehdään ja saadaanko tehdyille työlle korvaus.

Teholuku kertoo, kuinka paljon korjaamon henkilöstön todellinen läsnäoloaika on suhteessa laskennalliseen työsopimuksen mukaiseen työaikaan. Lisäksi teholumella ilmoitetaan, mikä on asiakkailta laskutettujen töiden suhde korjaamon henkilöstölle maksettaviin tunteihin. [32, s. 51.] Teholuku kertoo seuraavista tekijöistä korjaamolla:

- henkilöstömäärän oikeellisuudesta
- työtyytyväisyydestä ja sairaspöissaoloista
- koulutukseen käytettävästä ajasta
- lomien määrästä
- prosessien tehokkuudesta
- tehdyistä hukkatöistä ja goodwill-töistä
- laskuttamattomista töistä
- tukitoimintojen toimivuudesta ja tehokkuudesta
- lisämyynnin aktiivisuudesta.

Jonoaika on yksinkertaisuudessaan aika, jonka asiakas joutuu odottamaan päästäkseen huoltoon tai korjaukseen [32, s. 52]. Jonoaika kertoo suuntaa-antavasti, kuinka paljon ympäristössä on markkinapotentiaalia, minkä kokoiseksi korjaamo tulisi mitoittaa ja onko mekaanikoille tarjota koko työajaksi laskutettavaa työtä.

4.2 Vaihtoehtoisten käyttövoimien huoltotarve

Sähkökäyttöisten ajoneuvojen huoltotarve on hybridien ja ladattavien hybridien kohdalla hieman matalampi perinteiseen polttomootoriautoon verrattuna. Vaikka hybriditeknikkaa käyttävissä ajoneuvoissa on edelleen polttomoottoriin kohdistuvat huoltotoimenpiteet, on esimerkiksi jarruihin kohdistuva kuluminen regeneroivan jarrutuksen ansiosta pienempää. Sähköautolla taas huoltokustannuksen polttomoottorin puuttuessa ovat huomattavasti pienemmät. Electric Power Research Instituten EPRI:n mukaan huoltokustannukset voivat olla vain viidenneksen polttomoottorikäyttöisen ajoneuvon huoltokustannuksista. [33, s. B-1.]

Kuvassa 5 on esitetty Tesla Model S -sähköauton huolto-ohjelma neljälle ensimmäiselle vuodelle. Huolto-ohjelmasta voidaan havaita, että suuria huoltotoimenpiteitä ei autolle ensimmäisen neljän vuoden aikana tarvitse tehdä. Suurin yksittäinen toimenpide autolle on akuston jäähdytysnesteen vaihto.

	1. vuosi 20 000 km	2. vuosi 40 000 km	3. vuosi 60 000 km	4. vuosi 80 000 km
Usean kohdan tarkastushuolto (sis. renkaiden siirtämisen akselien välillä ja ohjauskulmien tarkastuksen)	X	X	X	X
Ohjaamon raitisilmasuodattimen vaihto	X	X	X	X
Pyyhkijänsulkien vaihto	X	X	X	X
Avaimien paristojen vaihto	X	X	X	X
Jarrunesteiden vaihto		X		X
Ilmastoinnin huolto		X		X
Akuston jäähdytysnesteen vaihto				X

Kuva 5. Tesla Model S:n huolto-ohjelma [34, muokattu].

4.3 Tunnusluvut tulevaisuudessa

Sähköisten ajoneuvojen yleistyminen vaikuttaa todennäköisesti voimakkaimmin korjaamolla tuottavuuteen. Sähköautojen kannan kasvaessa riittävän suureksi tarvitsee korjaamoiden huomioida madaltunut huollon tarve perinteisiin polttomoottorikäyttöisiin autoihin verrattuna. Jotta tuottavuus pysyisi samalla tasolla kuin nykyään, tarvitsee

korjaamalla käyvien autojen määrä kasvaa huomattavasti. Lisämyynnin aktiivisuus korostuu varsinkin, jos sähköautot yleistyvät nopeasti. Lisämyynnillä pystytään paikkaamaan huollon työmyynnin laskusta aiheutuvaa tuottavuuden menetystä. Tulevaisuudessa siis todennäköisesti huollon asiakaspalvelijalta vaaditaan entistä parempaa myynnin ja markkinoinnin osaamista teknisen asiantuntemuksen lisäksi.

Sähköisten ajoneuvojen yleistyminen saattaa aiheuttaa myös paineita henkilöstön uudelleenmitoitukseen. Mahdollisesti vähentyvän työmäärän johdosta myöskään perinteisiä pelkästään huoltotöitä suorittavia mekaniikoita ei tarvita entisissä määrin. Erikoisosaaminen ja sähköjärjestelmien diagnosointi ja osaaminen saattavat muodostua joidenkin korjaamoiden vahvaksi myyväksi tekijäksi. Myös perinteisiä huoltotoimenpiteitä suorittavien korjaamoiden tulee todennäköisesti myös miettiä oman toimintansa painopistettä uudelleen.

Telematiikka, eli tiedon siirtäminen ja käsitteleminen langattomasti ja pitkienkin etäisyyksien välillä, mahdollistaa myös huollolle uuden kanavan yhteydenpitoon asiakkaan kanssa. Telematiikan avulla voidaan tarvittaessa neuvoa ja opastaa kuljettajaa hätätilanteissa, tehdä pienten vikojen etädiagnoosia, ilman että asiakkaan tarvitsee tulla korjaamolle, tai päivittää tarvittaessa auton ohjainlaitteita. Nämä mahdollisuudet täytyy myös ottaa huomioon tarkasteltaessa korjaamon liiketoimintaa ja tarjottavia palveluita asiakkaalle.

Tekniikan kehittyessä ja monimutkaistuessa kasvaa myös koulutukseen vaadittava aika. Tämä laskee korjaamon tehokkuutta ja kasvattaa entisestään henkilöstökuluja. Järjestelmien yksityiskohtainen tuntemus ja osaaminen vaativat mekaniikoilta entistä enemmän. On mahdollista, että korjaamoilla korjaus- ja huoltotöitä tekevien korkeakoulutettujen tai erikoiskoulutettujen henkilökunnan osuus kasvaa.

Lisämyyntiin panostamisen lisäksi voi olla mahdollista, että jotkin korjaamot vaihtavat liiketoimintamalliaan poispäin perinteisestä autokorjaamosta. Vaihtoehtoinen malli perinteiselle korjaamolle voisi olla esimerkiksi yritys, joka tarjoaisi kokonaisvaltaisen tuotepaketin ja -valikoiman sähköauton ympärille. Yritys myisi, huoltaisi ja korjaisi sähköautoja. Tämän lisäksi se asentaisi asiakkaan kotiin tarvittaessa myös latauspisteen ja myisi sähköautoiluun tarvittavia oheislaitteita ja verkkopalveluita. Näin sähköauton ostaja saisi auton lisäksi tarvitsemansa oheislaitteet ja palvelut auton elinkaaren alkupuolelle yhdestä paikasta. Toinen vaihtoehtoinen suunta voisi olla sellaisen yleissähkölai-

tekorjaamon perustaminen, joka huoltaisi ja korjaisi niin sähköautoja kuin muitakin sähkölaitteita. Sähkölaittekorjaamon toiminnassa ei tarvittaisi perinteisen korjaamon tapaan öljyn täyttämiseen ja tyhjentämiseen liittyvää kalustoa ja osaamisvaatimukset olisivat huomattavasti erilaiset. Edellä mainittujen mallien toteutuminen on kuitenkin hyvin epätodennäköistä lähitulevaisuudessa. Jotta kyseiset mallit olisivat kannattavia, tulisi sähköautojen yleistyä yli kaikkien ennusteiden.

5 Autokannan muutoksen vaikutus jälkimarkkinoiden liiketoimintamalliin

5.1 Korjaamon mitoittamiseen käytettävän laskentataulukon toiminta

Tässä työssä laadittiin laskentataulukko, jossa autokannan kehityksen skenaarioiden avulla tarkasteltiin sähköisten ajoneuvojen vaikutusta korjaamon liiketoimintaan. Skenaarioita luotaessa hyödynnettiin tässäkin työssä aikaisemmin käsiteltyjä tutkimuksia ja selvityksiä. Skenaariot sijoittuvat vuosille 2015–2030. Näiden pohjalta tehtiin laskentaa korjaamoliiketoiminnan mitoittamisesta. Laskentataulukko sisältää viisi eri osa-aluetta:

- lähtötiedot
- tekniikoiden väliset skenaariot
- korjaamon autokannan lähtölukemat
- henkilöstön mitoituksen
- taloudellisen näkökulman.

Laskentataulukko on merkitty syötettävät tai tarvittaessa käsin muutettavat kentät oranssilla kuvan 6 mukaisesti. Mikäli soluja ei ole merkitty oranssilla, saadaan niihin arvot joko laskennallisesti tai ne ovat kiinteitä arvoja tai selitteitä esiintyville arvoille.

Jälkimarkkinahenkilöstön mitoitukseen vaikuttavat muuttujat			
Merkki 1	Nissan		
	Valtuuten Merkkihuollon kannan Markkinaosuus - %	Keskimääräinen bruttokorjaustarve	Suhteellinen huoltotarve / polttomoottori
Polttomoottorit	60 %	3,5	
Hybridit (HEV + PHEV)	90 %	2,6	75 %
Sähköautot	90 %	2,28	65 %
HYA merkki 1	Nissan		
Polttomoottorit	100 %	3,5	
Hybridit (HEV + PHEV)	0 %	0,0	0 %
Sähköautot	0 %	0,0	0 %
Korikorjaus	100 %		

Kuva 6. Esimerkki laskentataulukkoon syötettävistä tiedoista.

Lähtötiedot-välilehti

Laskentataulukkoon syötetään pääasiassa ensimmäiselle sivulle arvoja. Loput neljä osa-aluetta sisältävät laskentaa ja tulosten käsittelyä. Korjaamon kannalta tärkein osa-alue on henkilöstön mitoitus ja tähän myös sähköisten ajoneuvojen yleistymisen vaikuttaa voimakkaimmin. Laskentataulukkoon syötetään ja valitaan lähtötilanteessa seuraavat tiedot:

- arvioitu sähköisten ajoneuvojen markkinaosuuden kehitysnopeus (skenaario)
- korjaamossa huollettavat merkit
- korjaamon markkinaosuus aktiiviautokannasta
- käyttövoimien arvioitu bruttihuoltotarve vuosittain
- mekaanikoiden sovittu vuosittainen työaika
- mekaanikoiden työtehokerrointavoite
- (uusien autojen varusteluun käytettävä keskimääräinen ohjeaika)
- (vaihtoautojen tarkastukseen ja kunnostukseen käytettävä keskimääräinen ohjeaika)
- taloudelliseen mitoitukseen käytettävät muuttujat, kuten veloitus- ja tehokertoimet sekä keskiveloitushinta.

Sulkeissa olevat muuttujat ovat tarkoitettu autoliikkeen mitoittamiseen, jossa hoidetaan uusien autojen varustelua sekä vaihtoautojen kunnostusta ja tarkastusta.

Tekniikan skenaariot -välilehti

Tekniikan skenaariot välilehdellä on kuvattu tutkimuksista ja selvityksistä koostetut sähköisten ajoneuvojen markkinaosuuksien skenaariot. Skenaariot ovat nimetty kuten luvuissa 3.2 *Hybridien ja ladattavien hybridien autojen osuuden kehitys tulevaisuudessa* ja 3.3 *sähköautojen markkinaosuuksien kehitys tulevaisuudessa* olevien kuvaajien ennusteet: minimi, keskiarvo ja maksimi.

Välilehden kolmella ensimmäisellä rivillä näytetään seuraavat tiedot: ensimmäisellä rivillä valittu arvio kehitysnopeudesta, vuosi ja laskennassa käytettävä ensirekisteröintien määrä. Skenaarioiden markkinaosuuksien osuudet ovat kirjattu allekkain ja jaoteltu sähköautojen, hybridien ja ladattavien hybridien kesken. Hybridien osuuteen vuodesta 2025 eteenpäin maksimiskenaarion tapauksessa on käytetty vuosittaista korjauskerrointa. Korjauskertoimen käyttö johtuu kyseisen skenaarion epävarmuustekijästä lähdemateriaalissa. Kyseisessä lähdetutkimuksessa ei ollut täyttä varmuutta oliko saadussa markkinaosuusarvossa (50 %) yhdistetty HEV- ja PHEV-ajoneuvot. Näin ollen päädyttiin arvioon, jossa vuodesta 2025 eteenpäin ladattavat hybridit söisivät hybridien markkinaosuutta voimakkaasti maksimiskenaarion tapauksessa. Jokaisen tekniikan ensirekisteröityjen autojen määrä lasketaan automaattisesti valitun kehitysnopeuden mukaan.

Lähtölukemat-välilehti

Lähtölukemat -välilehdellä on kirjattu autokantaan ja markkinoihin vaikuttavia lukemia jaoteltuna kolmeen portaaseen suurimmasta pienimpään: kokonaismarkkinat, talousalueen kokonaismarkkinat ja merkkikohtainen markkina. Koko maan osalta tarkastellaan kokonaismarkkinoita, eli kuinka monta autoa yhteensä ensirekisteröidään vuosittain. Tämän jälkeen ensirekisteröintien perusteella lasketaan valitun skenaarion mukaiset maksimiosuudet kullekin tekniikalle.

Talousalueiden markkinoissa tarkastellaan valitun talousalueen markkinoita ja sen suhdetta kokonaismarkkinoihin. Tässä työssä talousalueeksi on valittu pääkaupunkiseutu (Helsinki, Vantaa, Espoo, Kauniainen, Kerava). Talousalueen sisällä tekniikoiden osuus on jaettu jälleen käyttövoimittain sekä ensirekisteröintitilastojen ja laskennallisten arvojen perusteella viimeisimmän kymmenen vuoden aktiiviautokantaan. Vaihtoautomyynti on huomioitu tarvittaessa myyntisuhteena uusista autoista. Vaihtoautosuhteena

on tässä työssä käytetty autoalalle tyypillistä lukua 1,4 rekisteröityä vaihtoautoa per yksi uusi ensirekisteröity auto [35].

Lähtölukemat-välilehden lopputulos ja tarkoitus on ottaa huomioon koko Suomen autokanta ja tarkastella halutun talousalueen ja merkin aktiiviautokantaa. Aktiiviautokanta jaetaan polttomoottorikäyttöisten, hybridien (PHEV ja HEV) ja sähköautojen kesken. Tätä kantaa käytetään korjaamon henkilöstön ja pinta-alan mitoittamiseen henkilöstön mitoitus -välilehdellä. Pakettiautokanta on myös huomioitu tällä välilehdellä. Se on jaoteltu kuitenkin vain kokonaismarkkinoiden, talousalueen ja merkin markkinaosuuden välisesti. Pakettiautoista ei tämän insinööritoiminnan tekemishetkellä löytynyt riittävästi kattavaa lähdemateriaalia, jotta kanta olisi voitu jakaa eri käyttövoimiin yhtä yksityiskohtaisesti kuin henkilöautot.

Henkilöstön mitoitus -välilehti

Henkilöstön mitoitus -välilehdellä käytetään aikaisemmillä välilehdillä tuotettuja ja syötettyjä lukuarvoja henkilöstön mitoittamiseen. Lähtötiedot välilehdeltä syötettyjen korjaamon markkinaosuuden, bruttokorjaustarpeen, tehokertoimen ja mekaanikon läsnäolotuntien perusteella lasketaan mekaanikon vuosittainen työkapasiteetti ja korjaamon huoltamien merkkien työllistävä vaikutus käyttövoimittain. Mekaanikon työkapasiteetin ja huollettavan merkin työllistävän vaikutuksen perusteella lasketaan, kuinka monta autoa vuosittain kyseinen merkki ja käyttövoima vaatii työllistääkseen yhden mekaanikon.

Lähtölukemat välilehdeltä saadun 10 vuoden aktiiviautokannan keskiarvosta ja työllistävistä vaikutuksista lasketaan tarkastelujakson keskimääräinen korjaamon henkilöstömäärä ja sen vaatima pinta-ala. Henkilöstön mitoittaminen aktiiviautokannan perusteella alkaa vaadituista mekaanikoista, joiden lukumäärä vaikuttaa suoraan, kuinka monta työnjohtajaa ja varaosahenkilöä korjaamo tarvitsee. Jokaisen työntekijän vaatiman pinta-alan perusteella voidaan tehdä arvio korjaamohenkilökunnan vaatimasta tilantarpeesta.

Taloudellinen näkökulma -välilehti

Taloudellisen näkökulman välilehdellä lasketaan henkilöstön ja syötettyjen veloitustoimien, tehokertoimien ja keskiveloitushinnan perusteella korjaamon budjetti. Budjetti

on jaettu korjaamon eri osa-alueiden välisesti, sekä se sisältää laskennallisen arvion korjaamon euromääräisestä myyntikatteesta, käyttökatteesta ja operatiivisesta tuloksesta.

5.2 Korjaamon mitoittaminen eri skenaarioilla

Tässä työssä tarkasteltiin kuvitteellisen Nissan merkkikorjaamon mitoittamista ja tunnuslukuja kolmen skenaarion välillä. Kaikkien skenaarioiden välillä pidettiin syötetyt lähtöarvot samana. Mitoitettaessa korjaamoa, valittiin korjaamon toiminta-alueeksi pääkaupunkiseudun kunnista Espoo, Helsinki, Kauniainen, Kerava ja Vantaa. Alue on suurempi kuin tyypillisesti korjaamoa mitoitettaessa. Tässä tapauksessa katsottiin kuitenkin, että aktiiviautokanta jää pienemmällä alueella sähkökäyttöisten ajoneuvojen osalta niin pieneksi, etteivät tulokset ole mielekkäitä.

Korjaamon polttomoottorikäyttöisten henkilöautojen markkinaosuudeksi syötettiin 60 %, joka vastaa tyypillistä merkkikorjaamon osuutta 10 vuoden aktiiviautokannasta [16]. Hybridien ja sähköautojen korjaamon markkinaosuudeksi syötettiin 90 %. Huomattavan korkea markkinaosuus johtuu sähköisten ajoneuvojen tekniikasta. Koska sähkötekniikka on uusi ilmiö autoalalla, on todennäköistä, että osaamis- ja laitevaatimukset ovat niin vaativia, että vain merkkikorjaamoilla on resursseja panostaa niihin riittävästi.

Polttomoottorin 10 vuoden aktiiviautokannan bruttahuoltotarpeeksi syötettiin 3,5 tuntia, joka on tyypillinen arvo kyseiselle tekniikalle. Hybriditekniikan huollon tarpeeksi arvioitiin 75 % polttomoottorin vaatimasta huollosta, eli 2,6 tuntia per 10 vuoden aktiiviautokannan auto. Sähköautojen huollon tarve oli Nissan Nordic European asiantuntijan mukaan 50 % polttomoottorin tarvitsemasta huollosta, eli 1,75 tuntia [35]. Mekaanikon vuositason läsnäolotyötunneiksi syötettiin 1520 tuntia ja tehokerrointavoitteen 0,9. Uuden auton varusteluun käytetään tyypillisesti 3 tuntia per auto, jota käytetään tässäkin työssä. Vaihtoautotarkastukseen ja -kunnostukseen arvioitiin menevän 2 tuntia per auto. [16]

Ensirekisteröintejä arvioitiin tapahtuvan 111 000 vuosittain aina vuoteen 2030 asti. On epätodennäköistä, että ensirekisteröintien osuus pysyy täysin samana aina vuoteen 2030 asti, mutta tarkempien arvioiden puutteessa käytettiin viimeisimmän viiden vuoden (2010–2015) keskiarvoa. Lisäksi tarkastellun merkin (Nissan) pääkaupunkiseudun

markkinaosuuden arvioitiin pysyvän lähellä vuoden 2015 4,36 %:n markkinaosuutta. Näin ollen päädyttiin käyttämään vuosille 2016–2030 4 %:n vuosittaista markkinaosuutta. Nissanilta ei toistaiseksi ole tullut markkinoille hybridiajoneuvoa, joten korjaamon oletettiin huoltavan ja korjaavan pelkästään polttomoottori- ja sähköautoja.

Pakettiautojen tapauksessa korjaamon markkinaosuuden arvioitiin olevan 70 % ja vuosittaisen bruttokorjaustarpeen 3,5 tuntia.

Taulukossa 3 on esitetty kaikissa kolmessa skenaariossa käytetyt tärkeimmät lähtöarvot. Näiden lisäksi laskentataulukossa oli myös vaihtoehto taloudellisessa mitoituksessa käytettävien lähtöarvojen määrittelyyn.

Taulukko 3. Laskentataulukossa käytetyt lähtöarvot.

Alue	Espoo, Helsinki, Kauniainen, Kerava ja Vantaa
Korjaamon kannan markkinaosuus polttomoottoriautoista	60 %
Korjaamon kannan markkinaosuus sähköautoista	90 %
Korjaamon kannan markkinaosuus pakettiautoista	80 %
Polttomoottoriautojen keskimääräinen 10 vuoden autokannan korjaustarve vuosittain per auto	3,5 tuntia
Sähköautojen keskimääräinen 10 vuoden autokannan korjaustarve vuosittain per auto	1,75 tuntia
Pakettiautojen keskimääräinen 10 vuoden autokannan korjaustarve vuosittain per auto	3,5 tuntia
Mekaanikon vuosittaiset läsnäolotunnit	1520 tuntia
Uuden auton varusteluun varattu aika per auto	3 tuntia
Vaihtoautotarkastukseen ja -kunnostukseen käytettävä työaika per auto	2 tuntia
Ensirekisteröintejä vuosittain	111 000

Korjaamon markkinaosuuksilla vaatisi yhden mekaanikon työllistäminen 651 aktiivista polttomoottoriautoa ja 965 aktiivista sähköautoa. Tämä vaadittava aktiivisten autojen määrä johtuu polttomoottorin ja sähköautojen vaatimasta huollon ja korjausten tarpeesta. Sähköauton vaatiessa vain puolet polttomoottorin huolto- ja korjaustarpeesta on korjaamalla käytävä huomattavasti enemmän sähköautoja yhden mekaanikon työllistämiseksi. Määrä ei tässä tapauksessa ole kuitenkaan kaksinkertainen, koska korjaamon markkinaosuus polttomoottoriautoista on vain n. 67 % sähköautojen osuudesta.

Jälkimarkkinahenkilöstön tilantarve on esitetty taulukossa 4. Henkilöautojen huoltoon ja korjaukseen vaadittava tila ei asiantuntijan mukaan poikkea tekniikoiden välillä. Tämän vuoksi yhden henkilöauton huoltoon ja korjaukseen vaadittava tilantarve on 44 m². Koska pakettiautot ovat ulkomitoiltaan ja alustan mitoiltaan suurempia ja raskaampia, vaaditaan niiden korjaukseen henkilöautoja suurempi tila 55 m² per auto. Uusien autojen varustelu, vaihtautojen tarkastus ja kunnostus voidaan suorittaa samoilla korjaamopaikoilla ja yksittäisen mekaanikon tilantarve on 55 m². Myös korikorjaajan ja maalarin vaatima tilantarve on 55 m² per henkilö. Varaosahenkilökunnan ja huoltoneuvojen työpisteiden vaatima tilantarve on huomattavasti pienempi kuin mekaanikoiden. Kyseisten henkilöiden työtiloissa ei ole tarvetta käsitellä autoja, vaan ne on tarkoitettu asiakkaiden ja huoltohenkilökunnan palvelemiseen. Kaikissa skenaarioissa jälkimarkkinoinnin henkilökuntaan on laskettu myös hallinnollisiin tehtäviin kolme kappaletta työntekijää: infotyöntekijä, joka toimii myös huollon assistenttina, varaosavastaava sekä huoltopäällikkö. Näiden henkilöiden tilantarve on 10 m² per henkilö, ja se on käyttötarkoitukseltaan toimistotilaa.

Taulukko 4. Jälkimarkkinahenkilöstön eri tehtävien vaatimat tilantarpeet.

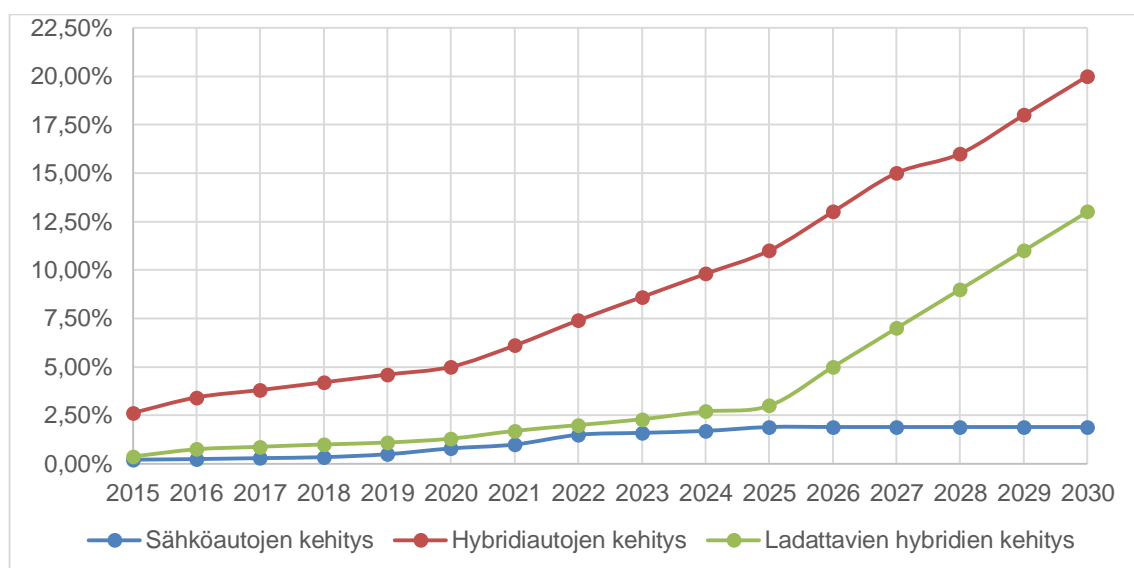
Tehtävä(t)	Tehtävän vaatima tilantarve
Henkilöautomekaanikot	44 m ²
Pakettiautomekaanikot	55 m ²
Korikorjaajat ja maalarit	55 m ²
Uusien autojen varustelu, vaihtautojen tarkastus ja kunnostus	55 m ²
Varaosahenkilöstö ja huoltoneuvojat	10 m ²
Hallinnon työntekijät	10 m ²

5.2.1 Minimiskenaario

Minimiskenaariossa kaikkien sähköisten ajoneuvojen tekniikoiden kehittyminen on hidasta. Tämä skenaario on mahdollinen, mikäli tekniikan kehittyminen päättyy tai hidastuu huomattavasti, öljyn hinta jatkaa laskuaan ja poliittista tahtoa sähköautoilun tukemiseksi ei ole. Tekniikan osalta riskit ovat akuston ja sähkömoottoreiden vaatimien materiaalien saatavuus ja kierrätettävyyys. Speirsin ym. vuonna 2014 tekemän tutkimuksen mukaan on mahdollista tuottaa riittävästi litiumia vastaamaan tulevaisuuden kysyntää, mutta se vaatii tuotannon eksponentiaalista kasvua [36, s. 192]. Tämä taas ei pitkällä aikavälillä ole kestävä. Kierrätys on yksi vastaus litiumin kasvaneeseen ky-

syntään. Saman tutkimuksen mukaan tämän hetkinen kierrätys on vain pienimuotoista ja haastavaa. Litiumin kierrättämiseen liittyvät mahdollisuudet ovat kuitenkin suuret haasteista huolimatta. [36, s. 190–191]

Kuviossa 3 on havainnollistettu eri sähköisten ajoneuvojen markkinaosuuksien kehityminen minimiskenaariossa. Hidas kehitys korostuu varsinkin sähköautojen tapauksessa, jonka markkinaosuus kasvaisi keskimäärin vain 0,11 prosenttiyksikköä vuodessa ja saavuttaisi korkeintaan 1,9 % osuuden vuonna 2025 jonka jälkeen osuus ei muuttuisi. Plug-in-hybridien osuus kasvaisi sähköautoja voimakkaammin, keskimäärin 0,84 prosenttiyksikköä vuodessa saavuttaen markkinaosuushuippunsa 13 % vuonna 2030. Hybridiajoneuvot saavuttaisivat tässä skenaariossa suurimman markkinaosuuden, 20 % vuonna 2030, ja vuosittainen kasvu olisi keskiarvoltaan 1,16 prosenttiyksikköä.



Kuvio 3. Sähkö-, hybridi- ja ladattavien hybridiautojen markkinaosuuksien kehitys minimiskenaariossa.

Mallinnetun korjaamon liiketoimintaan minimiskenaario vaikuttaa hyvin vähän. Korjaamon huoltaessa vain polttomoottori- ja sähköautoja ei toiminta muuttuisi juurikaan vuoteen 2030 mennessä. Polttomoottoriautojen aktiiviautokanta kyseiselle merkille olisi vuonna 2015 12 792 autoa, vuonna 2020 15 132 autoa ja 2030 15 974 autoa. Polttomoottoriautokanta kasvaa, vaikka sähköautot vievät hieman sen markkinaosuutta. Tämä johtuu talousalueen kasvavasta kokonaisautokannasta, jolloin myös kyseisen merkin kokonaisosuus kyseisellä talousalueella todennäköisesti kasvaa. Sähköautojen aktiiviautokanta kasvaisi hyvin hitaasti, keskiarvoltaan 23 autoa vuodessa. Aktiiviauto-

kanta vuonna 2015 olisi 127 autoa, vuonna 2020 sen suuruus olisi 164 autoa ja 2030 324 autoa. Sähköautojen aktiiviautokannan jäädessä näin pieneksi pääpaino korjaamon liiketoiminnassa olisi koko tarkasteltavalla aikavälillä polttomoottoriautoissa.

Polttomoottoriautoja huoltavia mekaanikkoja tämän skenaarion mukaisella aktiiviautokannalla tarvittaisiin 24 kappaletta. Näiden mekaanikkojen tilantarve olisi yhteensä 1 056 m². Sähköautojen aktiiviautokannan keskiarvon jäädessä alle yhden mekaanikon työllistämiseksi vaadittavan 965 auton rajan, ei korjaamolle olisi tarvetta yhdellekään kokoaikaisesti sähköautoja huoltavalle mekaanikolle. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, ettei korjaamolla tarvittaisi sähköautojen huoltoon ja korjauksiin koulutettua mekaanikkoa. Uusien autojen varusteluun, sekä vaihtoautojen tarkastukseen ja kunnostamiseen vaadittaisiin yhteensä kuusi mekaanikkoa, joiden yhteinen tilantarve olisi 330 m². Pakettiautomekaanikkoja olisi yhdeksän ja heidän tilantarpeensa 495 m². Yhteensä mekaanikkoja olisi siis 39 ja heidän yhteinen tilantarpeensa 1 386 m². Korjaamon korikorjauspuolen henkilöstön, eli korikorjaajien ja maalareiden, lukumäärä olisi 17 kappaletta. Korikorjaamon henkilöstön pinta-alaksi määräytyisi tilantarpeen perusteella 1045 m². Jotta mekaanikoiden työskentely olisi sujuvaa, tarvittaisiin kahdeksan varaosahenkilöä ja kahdeksan huoltoneuvojaa. Heidän yhteinen tilantarpeensa olisi 160 m².

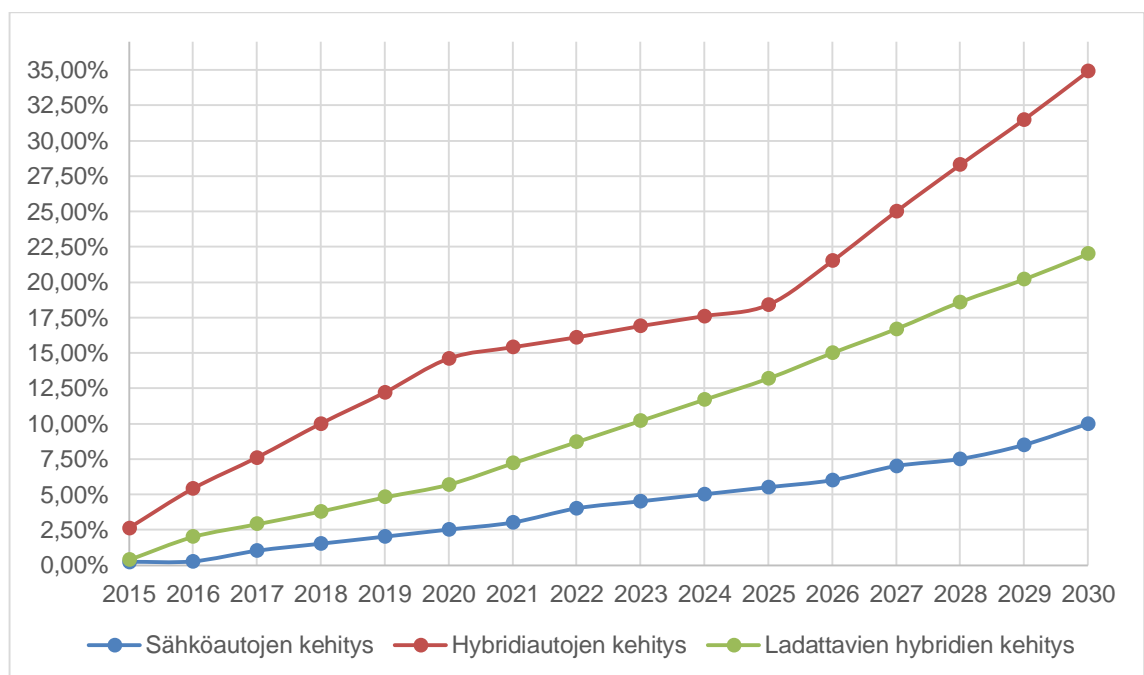
Korjaamo työllistäisi siis tämän skenaarion mukaisesti 75 henkilöä ja korjaamon yhteenlaskettu pinta-ala olisi 2 621 m². Yhteensä aktiivisen autokannan koko olisi seuraavan 15 vuoden keskiarvolla 20 113 autoa, josta 15 458 olisi polttomoottoriautoa, 183 sähköautoa ja 4 369 pakettiautoa. Korjaamo olisi siis niin henkilökunnan kuin pinta-alankin suhteen perinteinen. Sähköautojen markkinaosuuden kasvu olisi tässä skenaariossa niin hidasta, ettei suurta merkkikohtaista aktiiviautokantaa kerkeäisi tarkastellulla ajanjaksolla muodostua. Koska korjaamo ei myöskään huolla tai korjaa hybridi-tekniikkaa hyödyntäviä ajoneuvoja, ei niiden voimakkaampi markkinaosuuksien kasvu vaikuttaisi korjaamon aktiiviautokantaan.

5.2.2 Keskiarvoskenario

Keskiarvoskenario on tässä insinööriyössä käsiteltävistä kolmesta skenaariosta todennäköisin. Skenaariossa arvioidaan tekniikan kehittyvän nykyiseen tahtiin ilman suuria läpimurtoja tai mullistavia keksintöjä. Myös poliittiset päätökset kannustaisivat vähentämään autoilusta muodostuvia päästöjä, ja siten myös sähköisten ajoneuvojen markkinaosuudet kasvaisivat. Tällaisia sähköisten ajoneuvojen markkinaosuuksia kas-

vattavia poliittisia päätöksiä Suomen tapauksessa voisivat olla esimerkiksi ajoneuvojen hankintahinnan subventointi valtion avustuksella, latausinfrastruktuurin kehittäminen koko Suomen alueella ja mahdolliset helpotukset käyttövoimaverotukseen.

Kuviossa 4 on keskiarvoskenaarion tapauksessa sähköisten ajoneuvojen markkinaosuuksien kehitys vuosina 2015–2030. Hybridiautot saavuttavat tässäkin skenaariossa suurimman markkinaosuuden, 34,9 % ensirekisteröinneistä vuonna 2030. Kaikki tekniikat kuitenkin saavuttavat merkittävät markkinaosuudet viimeistään vuoteen 2025 mennessä. Sähköautojen markkinaosuus kasvaa tarkasteltavalla ajanjaksolla keskimäärin 0,65 prosenttiyksikköä vuodessa ja niiden markkinaosuus saavuttaa 10 % osuuden kokonaismarkkinoista vuonna 2030. Tämä on 8,1 prosenttiyksikköä enemmän kuin minimiskenaariossa vastaavana vuonna. Autoina kasvu olisi 8991 autoa enemmän keskiarvoskenaariossa. Hybridiautojen markkinaosuus kasvaa keskimäärin 1,16 prosenttiyksikköä vuodessa saavuttaen huippunsa vuonna 2030 34,9 % osuudella. Ladattavien hybridien vuosittainen kasvu on hyvin tasaista, keskiarvoltaan 0,84 prosenttiyksikköä vuodessa. Ladattavien hybridien markkinaosuus suurimmillaan vuonna 2030. 22 % kokonaismarkkinoista on lähes kaksinkertainen minimiskenaarioon verrattuna.



Kuvio 4. Sähkö, hybridi- ja ladattavien hybridiautojen markkinaosuuksien kehitys keskiarvoskenaariossa.

Tässä skenaariossa korjaamon liiketoimintaan tulee jo havaittavia muutoksia minimiskenaarioon verrattuna. Hybriditekniikan vahva kehittyminen alkaa viemään polttomootorikäyttöisten autojen markkinaosuutta voimakkaasti ja se vaikuttaa aktiiviautokantaan. Tämä muutos havaitaan skenaarion mukaan tarkasteltavassa korjaamossa vuonna 2023, jolloin polttomootoriautojen aktiiviautokanta alkaa supistua. Aluksi ilmiö on hyvin vaatimaton, polttomootoriautojen aktiiviautokanta supistuu vain n. 100 autoa vuosina 2023 ja 2024. Vuonna 2025 muutos kuitenkin kiihtyy, jolloin aktiiviautokanta alkaa supistua noin 1 000 autoa vuodessa. Polttomootoriautojen 10 vuoden aktiiviautokanta on kyseisellä korjaamolla vuonna 2015 12 792 autoa, vuonna 2020 14 331 ja tarkasteltavan ajanjakson päätteeksi vuonna 2030 enää 11 523 autoa. Ajanjakson alku- ja loppukohdan välillä polttomootoriautojen aktiiviautokanta supistuu siis 1 269 autoa. Sähköautojen aktiiviautokanta kasvaa sähköautojen markkinaosuuden kasvaessa. Sähköautojen 10 vuoden aktiiviautokanta on tarkasteltavan ajanjakson alussa 127 autoa, vuonna 2020 248 autoa ja 2030 jo 1 149 autoa. Sähköautojen aktiiviautokannan kasvu ei kuitenkaan riitä paikkaamaan tämän skenaarion korjaamolla polttomootoriautokannan pienenemistä.

Mekaanikoiden määrä kokonaisuudessaan korjaamolla vähentyy tässä skenaariossa. Tämä johtuu aktiiviautokannan seuraavan 15 vuoden keskiarvon pienenemisestä n. 2000 autolla. Polttomootoriautoja huoltavia mekaniikoita keskiarvoskenaarion mukaisesti olisi 21 henkilöä, uusien autojen varusteluun, sekä vaihtoautojen tarkastukseen ja kunnostukseen tarvittaisiin edelleen 6 mekaniikkaa kuten minimiskenaariossakin. Kyseisten mekaniikkojen tilantarve olisi vastaavasti 924 m² ja 330 m². Pakettiautomekaniikkoja olisi yhdeksän ja heidän tilantarpeensa 495 m². Yhteensä mekaniikkoja olisi siis 36 kappaletta ja heidän tilantarpeensa 1 254 m². Myös korikorjaamon tarvitseman henkilöstön määrä vähenee korjaamon yhteenlasketun aktiiviautokannan pienenemyssä. Korikorjaajia ja maalareita tarvitaan yhteensä enää 15 henkilöä, ja heidän tilantarpeensa on 935 m². Varaosahenkilöstöä ja huoltoneuvoja tarvitaan yhteensä 14 henkilöä, tilantarpeen ollessa 140 m².

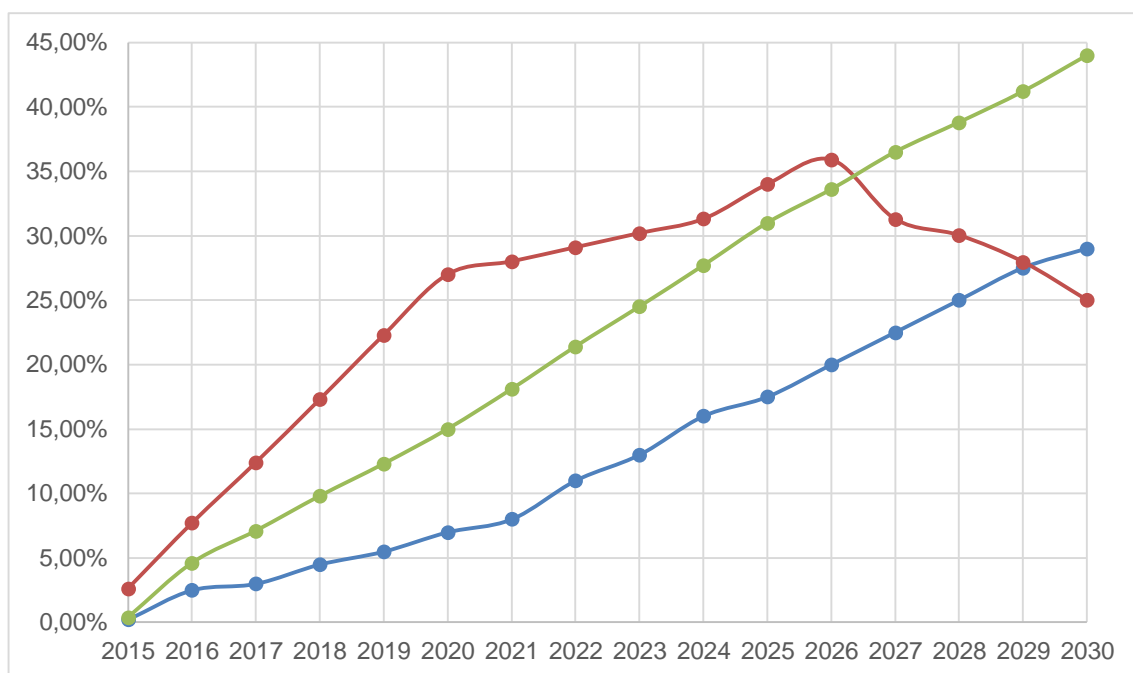
Keskiarvoskenaarion mukainen korjaamo työllistäisi siis yhteensä 68 henkilöä, joiden yhteenlaskettu tilantarve olisi 2359 m². Yhteenlaskettu korjaamon aktiiviautokannan 15 seuraavan vuoden keskiarvosta on 18 566 autoa. Tästä 13 727 olisi polttomootoriautoja, 470 sähköautoa ja 4 369 pakettiautoa. Sähköautokannan keskiarvo on jo huomattavasti suurempi kuin minimiskenaariossa, mutta silti alle yhden täysipäiväisen mekaanikon vaadittavan 965 auton. Keskiarvoskenaariossa huomattavia tuloksia ovat poltto-

moottoriautokannan pieneneminen, jota ei pystytä korvaamaan sähköautojen kannalla. Näin ollen korjaamon kokonaistyömäärä laskee ja vaadittu henkilöstö ja tilantarve sen mukana.

5.2.3 Maksimiskenaario

Maksimiskenaariossa sähköinen autoilu yleistyy huomattavasti, siihen panostetaan niin valtioiden kuin yksityisten tahojen suunnasta ja tekniikka kehittyy arvioitua nopeammin. Pelkästään valtion vahva poliittinen tahtotila voi aiheuttaa tätä skenaariota vastaavan markkinaosuuksien kehityksen, kuten Norjan esimerkki osoittaa. Norjassa sähköautojen 22,9 %:n markkinaosuus ensirekisteröinneistä heinäkuussa 2015 on vastaava kuin tämän skenaarion ennuste vuodelle 2027 [29]. Norja on ollut siis jo vuonna 2015 yli 10 vuotta maksimiskenaariotakin edellä. Näin vahvan markkinaosuuden saavuttaminen ja säilyttäminen on kuitenkin hyvin epätodennäköistä muualla. Kuitenkin pienemmilläkin poliittisilla panostuksilla kuin Norjassa on mahdollista saavuttaa sähköisten ajoneuvojen voimakas yleistyminen.

Kuviossa 5 on esitetty sähköisten ajoneuvojen markkinaosuudet tarkastellulla ajanjaksolla maksimiskenaarion mukaisesti. Kaikki tekniikat kasvattaisivat markkinaosuuttaan hyvin voimakkaasti. Hybridiautojen markkinaosuuden kasvu kuitenkin taittuisi vuonna 2026 kahden muun tekniikan viedessä sen osuutta. Kaikilla tekniikoilla olisi vähintään yli 10 % markkinaosuus jo vuodesta 2022 lähtien. Vuonna 2030 sähköisten ajoneuvojen yhteenlaskettu markkinaosuus olisi 98 %. Lähes jokainen auto joka myytäisiin vuonna 2030 olisi siis jollakin tavalla sähkötekniikkaa hyödyntävä. Skenaarion vuosien 2015 ja 2030 ensirekisteröityjen sähköautojen erotus olisi lähes 32 000 autoa. Hybridiautojen markkinaosuuden kasvu olisi keskiarvoltaan tässä tapauksessa hitainta. Markkinaosuus kasvaisi keskimäärin 1,49 prosenttiyksikköä vuodessa. Tämä matalampi keskiarvo selittyy hybridien markkinaosuuden menetyksestä muille tekniikoille. Hybridit saavuttaisivat huipun markkinaosuudessaan, 35,9 % ensirekisteröinneistä, vuonna 2026. Tämän jälkeen se laskisi 25 % osuuteen vuoteen 2030 mennessä. Skenaariorissa voimakkainten markkinaosuuttaan kasvattaisivat ladattavat hybridit, keskimäärin 2,91 prosenttiyksikköä vuodessa. Ladattavia hybridejä ensirekisteröitäisiin vuonna 2030 lähes puolet, 45 %, uusista autoista. Sähköautot keskimääräisellä 1,92 prosenttiyksikön vuosittaisella kasvullaan ohittaisi hybridiautojen markkinaosuuden tarkasteltavan ajanjakson viimeisenä vuotena. Vuonna 2030 sähköautoja siis ensirekisteröitäisiin 29 % uusista autoista.



Kuvio 5. Sähkö, hybridi- ja ladattavien hybridiautojen markkinaosuuksien kehitys maksimiskenaariossa.

Korjaamon tapauksessa näin voimakkaat markkinaosuuksien muutokset aiheuttaisivat huomattavia paineita sopeutua muuttuvaan toimintaympäristöön. Hybridiautojen huollon puute aiheuttaa voimakkaan aktiiviautokannan koon laskun. Polttomoottoriautojen aktiiviautokanta olisi vuonna 2015 12 792 autoa ja se kasvaisi vain hieman, 13 214 autoon vuoteen 2019 mennessä. Tämän jälkeen polttomoottoriautojen aktiiviautokanta pienenisi, keskimäärin 718 autoa vuodessa. Vuonna 2030 se olisi enää n. 33 % vuoden 2015 autokannasta eli 4 242 autoa. Sähköautojen 10 vuoden aktiiviautokanta kasvaisi vuosina 2015–2030 keskimäärin vain 229 autoa vuodessa, eikä siis riittäisi paikkaamaan polttomoottoriautojen autokannan pienenemistä kokonaisuudessaan. Sähköautojen aktiiviautokanta olisi vuonna 2015 127 autoa, vuonna 2020 502 autoa, mutta vuonna 2030 jo 3 560 autoa.

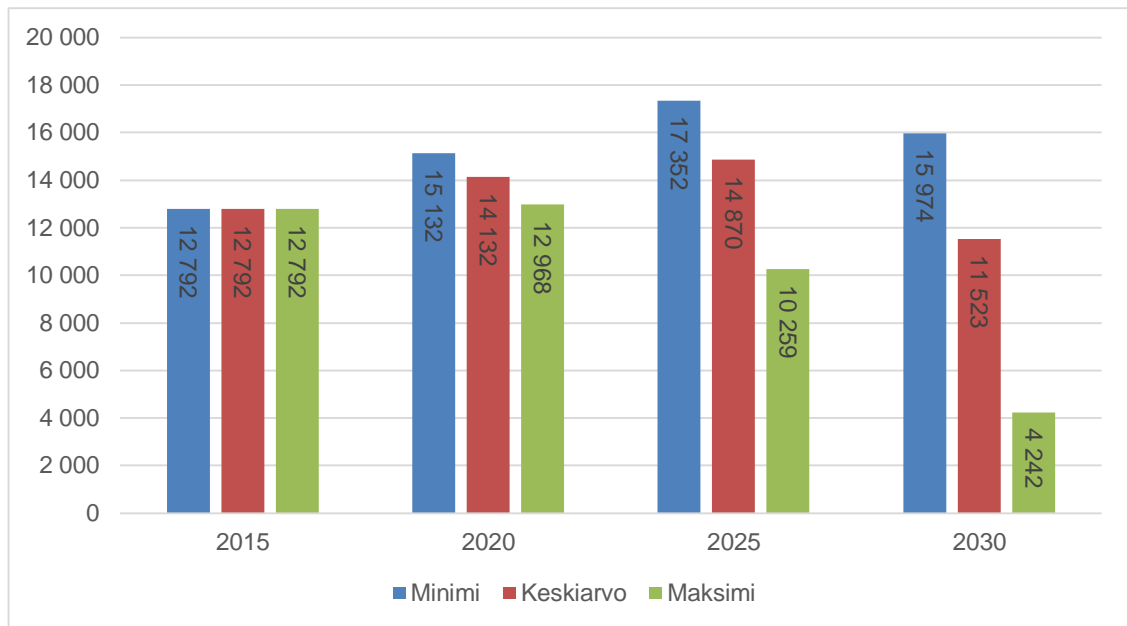
Korjaamalla autokannan kehitys aiheuttaisi huomattavia muutoksia. Polttomoottoriautoja huoltavia mekaniikoita tarvittaisiin enää 16 henkilöä, ja heidän tilantarpeensa olisi 704 m². Vasta sähköautokannan kehittyessä näin voimakkaasti, tarvittaisiin yksi sähköautoja täysipäiväisesti huoltava mekaniikko, joka vaatisi oman 44 m² tilan korjaamosta. Kyseisen merkin ensirekisteröintien vähentyessä hybridi ja ladattavan hybridiautomallien puuttuessa myös uusien autojen ja vaihtoautojen määrä laskisi. Näin ollen uusien autojen varusteluun ja vaihtoautojen tarkastukseen ja kunnostukseen tar-

vittaisiin enää yhteensä neljä mekaanikkoa. Heidän yhteenlaskettu tilantarpeensa olisi 220 m². Pakettiautomekaanikkoja olisi yhdeksän ja heidän tilantarpeensa 495 m². Mekaanikkoja maksimiskenaariorissa olisi yhteensä 30 ja heidän tilantarpeensa 968 m². Korikorjaamolla tarvittaisiin yhteensä 14 työntekijää, kymmenen korikorjaajaa ja neljä maalaria. Korikorjaajien tilantarve olisi 550 m² ja maalareiden 330 m², yhteensä siis 880 m². Varaosahenkilöitä kaikille mekaniikoille vaadittaisiin yhteensä kuusi kappaletta, työtilaksi riittäisi 60 m². Huoltoneuvoja tarvittaisiin myöskin kuusi henkilöä ja heidän tilantarpeensa olisi myös 60 m².

Korjaamo työllistäisi siis tämän skenaarion mukaisesti 59 henkilöä ja vaatisi 1998 m² tilat. Sen yhteenlaskettu 15 vuoden aktiiviautokanta olisi 16 159 autoa. 10 505 näistä olisi polttomoottoriautoja ja 1 286 sähköautoja. Tämän skenaarion tapauksessa korjaamon tulisi tarkastella liiketoimintaansa ja huoltamiaan merkkejä sekä malleja. Varsinkin lähestyttäessä vuotta 2030 korjaamon aktiiviautokanta supistuisi voimakkaasti polttomoottoriautokannan pienentyessä.

5.3 Skenaarioiden vertailu ja tulokset

Polttomoottoriautojen ja sähköautojen aktiiviautokannassa oli skenaarioiden välillä huomattavan suuria eroja. Tärkein havainto tämän insinööritoiminnan mitoittamassa korjaamossa oli polttomoottoriautokannan pieneneminen keskiarvoskenaariorissa ja varsinkin maksimiskenaariorin tapauksessa. Kuviossa 6 on esitetty kaikkien kolmen skenaarioiden polttomoottoriautojen aktiiviautokannan koko vuosina 2015, 2020, 2025 ja 2030.



Kuvio 6. Polttomoottoriautojen 10 vuoden aktiiviautokannat eri skenaarioiden välillä.

Keskiarvoskenaariossa polttomoottoriautojen kannan pieneneminen näkyy vasta tarkasteltavan ajanjakson loppupuolella, mutta maksimiskenaariossa jo vuonna 2025. Tämä aktiiviautokannan pieneneminen aiheuttaa korjaamalla työmäärän huomattavan vähenemisen maksimiskenaarion tapauksessa. Kuten jokaisen skenaarion kappaleessa on todettu, eivät sähköautot yleisty riittävästi paikkaamaan pienenevää autokantaa. Korjaamon tarvitsee joko kasvattaa voimakkaasti kokonaismarkkinaosuuttaan autokannasta, jotta se pystyy pitämään työmäärän ennallaan tai miettiä vaihtoehtoja pelkälle autojen korjaus- ja huoltotoiminnalle.

Pienentynyt autokanta ja siten vähentynyt työmäärä näkyvät myös korjaamon mitoituksessa henkilökunnan osalta. Yhteenlaskettu mekaanikkojen määrä ja koko korjaamon työllistämä henkilökunta vähenee mitä optimistisempi skenaario on sähköisten ajoneuvojen yleistymisen suhteen. Taulukossa 5 on kolmen skenaarion perusteella mitoitettua korjaamon kokonaistilantarve ja henkilöstömäärä.

Taulukko 5. Korjaamon vaatima tilantarve ja henkilöstö eri skenaarioiden välillä.

	Korjaamon yhteen- laskettu tilantarve (m ²)	Polttomootoriautoja huoltavien mekaa- nikkojen määrä (henkilöä)	Korjaamon yhteen- laskettu henkilöstö- määrä (henkilöä)
Minimi	2 621	24	75
Keskiarvo	2 359	21	68
Maksimi	1 998	16	59

Korjaamon vaatima henkilökunta vähenee kokonaistymäärään vähentyessä. Sähköautojen vaatiessa vähemmän huolto- ja korjaustoimenpiteitä verrattuna polttomootoriautoon, sekä pienenevä korjaamon aktiiviautokanta vaikuttavat suoraan työmäärään. Ainoastaan maksimiskenaariossa sähköautojen kanta kasvoi riittävästi, että korjaamolla oli tarpeen olla kokopäiväisesti sähköautoja huoltava ja korjaava mekaanikko. Mekaanikkojen määrän väheneminen vaikuttaa suoraan heitä tukevien toimintojen kuten varaosahenkilöiden ja huoltoneuvojen määrään. Osittain tämän vuoksi korjaamon vaatima kokonaishenkilöstömäärä laskee enemmän kuin pelkästään polttomootoreita huoltavien mekaanikkojen lukumäärä.

Korjaamon vaatima tilantarve eroaa myös huomattavasti minimi- ja maksimiskenaarioiden välillä. Maksimiskenaarion korjaamo on n. 23,8 % pienempi kuin minimiskenaarion korjaamo. Tämä johtuu suoraan suurimman tilantarpeen vaativien henkilöiden, mekaanikoiden, vähenemisestä.

Vertailu skenaarioiden välillä vahvistaa työn aloituksen yhteydessä tehdyn oletuksen, jossa sähköautojen yleistymisen pienentäisi korjaamon työtarjontaa. Tässä työssä mitoitettun korjaamon tapauksessa ilmiö oli vielä huomattavasti voimakkaampi, koska sen ei oletettu huoltavan ja korjaavan hybridiautoja ja ladattavia hybridiautoja. Näiden kahden tekniikan oletetaan ennusteiden mukaan kasvattavan markkinaosuuttaan huomattavasti tulevaisuudessa. Hybriditekniikka saattaa kuitenkin tulevaisuudessa osoittautua mahdollisesti enemmän huoltoa ja korjausta vaativaksi, koska se sisältää kaksi eri tekniikkaa rinnakkain. Sähköautoilla tätä ongelmaa ei ole, vaan perinteisen polttomootorin vaatimista toimenpiteistä on päästy jo eroon. Myös pelkästään sähköautoja huoltavan ja korjaavan korjaamon liiketoiminta saattaa osoittautua haasteelliseksi tämän työn skenaarioiden perusteella. Maksimiskenaarionkin tapauksessa 4 %:n markkinaosuus talousalueen kokonaismarkkinoista muodosti vain pienen aktiiviautokannan. Liiketoiminta-

minnan kannattavuuden takaamiseksi tulisi korjaamalla olla lähes 100 %:n markkinaosuus oman talousalueensa autokannasta.

6 Yhteenveto

Tämän insinööritoiminnan tarkoituksena oli selvittää, miten sähköiset ajoneuvot yleistyvät Suomen autokannassa. Selvityksen pohjana toimivat aikaisemmat tutkimukset niin Euroopan kuin Suomenkin autokannan kehityksestä ja vaihtoehtoisten käyttövoimien kuten sähkön käyttämisestä voimanlähteenä. Autokannan kehityksen vaikutuksia auto-
korjaamoon selvitettiin tässä työssä laaditun laskentataulukon perusteella.

Suomen autokannan kehitykseen vaikuttavat useat tekijät, tärkeimpinä poliittiset päätökset ja tekniikan kehittyminen. Väestön- ja yhdyskuntarakenteen muutokset täytyvät myös ottaa huomioon, kun tarkastellaan autoilua ja liikkumista laajemmasta näkökulmasta. Suomen väestön ikääntyminen vaikuttaa tapoihin liikkua mahdollisesti huomattavastikin, minkä lisäksi yhdyskuntarakenteen tiivistyminen mahdollistaa uusien innovatiivisten liikkumisen palveluiden tuottamisen. Näiden kaikkien tekijöiden summat vaikuttavat tulevaisuudessa autoalan jälkimarkkinoihin ja toimintaan yleisesti.

Kuluttajan näkökulmasta sähköiset ajoneuvot laskevat ajoneuvon kokonaiskustannuksia, vaikkakin hankintahinta olisikin suurempi. Vähentynyt tarve huollolle ja korjaustoimenpiteille, halvempi käyttöenergian hinta ja mahdolliset valtion tarjoamat taloudelliset kannustimet tekevät sähköisistä ajoneuvoista yksittäiselle kuluttajalle houkuttelevan vaihtoehdon perinteiselle polttomoottorikäyttöiselle autolle. Autonvalmistajien on kuitenkin tuotava entistä enemmän vaihtoehtoja mallistoonsa, jotta erilaisten kuluttajien tarpeet ja vaatimukset sähköiselle ajoneuvolle täyttyvät.

Korjaamoiden työmäärään sähköiset ajoneuvot vaikuttavat vähentävästi. Sähköisten ajoneuvojen vaatima huolto- ja korjaustarve on 50–75 % polttomoottoriautojen vaatimasta. Jotta korjaamo saisi saman määrän laskutettavia tunteja, täytyy sillä mahdollisesti käydä jopa kaksinkertainen määrä autoja. Merkkikorjaamoiden tilannetta helpottaa sähköisten ajoneuvojen vaativat koulutus- ja laitteistovaatimukset. Sähköisten ajoneuvojen korjaaminen on luvanvaraista toimintaa ja luvat myöntää turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes. Näin ollen merkkikorjaamoiden markkinaosuus talousalueensa aktiiviautokannasta on huomattavan suuri todennäköisesti ensimmäiset vuodet.

Korjaamot voivat myös mahdollisesti tulevaisuudessa korvata huoltotoimenpiteiden vähentymisestä johtuvaa liikevaihdon pienenemistä vaihtoehtoisilla liiketoimintamuodoilla. Esimerkkinä tällaisesta vaihtoehtoisesta liiketoimintamuodosta on sähkölaittei-

den korjaukseen erikoistunut korjaamo, jossa hyödynnetään jo hankittua sähköpätevyyttä. On mahdollista, että sähköautojen yhteydessä aletaan myydä kokonaisia paketteja latausasemasta huoltoihin ja korjauksiin. Tulevaisuudessa korjaamoiden on todennäköisesti kiinnitettävä enemmän huomiota henkilökuntansa niin tekniseen kuin myyntiosaamiseen.

Tämän työn tulokset perustuvat aikaisemmin suoritettujen tutkimusten tuloksiin ja havaintoihin. Näin ollen tuloksia on mahdollista soveltaa jatkossakin arvioitaessa sähköisten ajoneuvojen yleistymistä Suomessa. Suurimmat epävarmuustekijät ovat laskentataulukossa markkinaosuuksiin ja autokannan kehitykseen liittyvä laskenta. Koska on mahdotonta sanoa, miten mallinnetun korjaamon merkin markkinaosuus kehittyy, pidettiin se vakiona, jonka arvo oli 4 %. Yhdyskuntarakenteen muutos otettiin huomioon arvioimalla pääkaupunkiseudun talousalueen kasvavan tasaisesti vuoteen 2025, jonka jälkeen kasvu hidastuu.

Tämän työn tuloksia on mahdollista soveltaa Esa Laakson insinööriyön ”*Sähköajoneuvokorjaamon suunnittelu*” kanssa lähdettäessä suunnittelemaan korjaamoa. Tämän työn avulla voidaan arvioida korjaamon kokonaistilavaatimukset ja tarvittava autokanta toiminnan kannattavuuden takaamiseksi. Siirryttäessä yksityiskohtaisempaan korjaamopaikkasuunnitteluun voidaan hyödyntää Esa Laakson insinööriyötä valittaessa korjaamolaitteita ja tarkasteltaessa sähköisten ajoneuvojen asettamia erityisvaatimuksia korjaamolle. Työ jättää mahdollisuuden jatkotutkimuksiin mahdollisista vaihtoehtoisista liiketoimintamalleista ja niiden mielekkäistä sovelluksista korjaamoympäristössä. Mahdollisten liiketoimintamallien selvittäminen ja kehittäminen on tärkeää sähköisten ajoneuvojen yleistyessä ja korjaamoiden työmäärän pienentyessä.

Lähteet

- 1 Liikennekäytössä olevat henkilöautot. Verkkotietokanta. Tilastokeskus.
<<http://trafi2.stat.fi/PXWeb/sq/5b485400-0d85-4c15-b76c-fbae1d5464ad>> Päivitetty 19.1.2016. Luettu 12.2.2016.
- 2 Hybridikäyttöisten henkilöautojen aikasarja. Verkkodokumentti. Trafi. <http://www.trafi.fi/filebank/a/1453817062/6e0e8ab403fe3e9f7426ac8b5fbb8fa9/19614-Hybridiautot_31122015_kanta.pdf> 2015. Luettu 18.2.2016.
- 3 Suomalaisen autoilun ja AKL:n historiaa. Verkkodokumentti. AKL ry. <http://www.akl.fi/akl_ry/toiminnan_esittely/historia> Luettu 25.2.2016.
- 4 Toiminnan esittely. Verkkodokumentti. AKL ry. <http://www.akl.fi/akl_ry/toiminnan_esittely> Luettu 25.2.2016
- 5 Rauma, Eemil. 2014. Suomen henkilöautokannan kehitys vuoteen 2025 asti; Tarkasteluja. Pro gradu -tutkielma. Helsingin yliopisto.
- 6 Kay, Duncan, Hill, Nikolas & Newman, Dan. Powering Ahead The future of low-carbon cars and fuels. Verkkodokumentti. <http://www.racfoundation.org/assets/rac_foundation/content/downloadables/powering_ahead-kay_et_al-apr2013-embargoed_copy.pdf> 4.2016. Luettu 16.2.2016.
- 7 Pöllänen, Markus, Kallberg, Harri, Kalenoja, Hanna & Mäntynen, Jorma. Autokannan tulevaisuustutkimus. Verkkodokumentti. AKE. <<http://www.trafi.fi/filebank/a/1321969245/867f0b949ea89b34330167b2976d3b18/1306-AKE406Autokannantulevaisuustutkimus.pdf>> 2006. Luettu 10.2.2016.
- 8 Bruttokansantuote ja -tulo käypiin hintoihin muuttujina. Verkkotietokanta. Tilastokeskus. <<http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/sq/fb211761-4e9a-47ad-adff-30e81c4bed53>> Päivitetty 29.1.2016 Luettu 10.2.2016.
- 9 Ensirekisteröinnit ajoneuvolajeittain vuosina 1966–2015. Verkkodokumentti. Trafi. <http://www.trafi.fi/filebank/a/1452687207/4cd4a39850b653033e5020cd7294b141/19502-Ensirekisteroinnit_ajoneuvolajeittain_vuosina_1966-2015.pdf> Luettu 9.2.2016. Etusivu > Tietopalvelut > Tilastot > Tieliikenne > Ensirekisteröinnit.
- 10 Öljytuotteiden kuluttajahintaseuranta. Verkkodokumentti. Öljy- ja biopolttoaineala ry. <<http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/11-oljytuotteiden-kuluttajahintaseuranta>> 15.1.2016. Luettu 12.2.2016. Öljytuotteiden kuluttajahintaseuranta. Etusivu > Tilastot > 1 Hinnat ja verot > 1.1 Öljyn kuluttajahintaseuranta.

- 11 Liikennekäytössä olevien henkilöautojen keski-ikä 1998–2015. Verkkodokumentti. Trafi. <http://www.trafi.fi/tietopalvelut/tilastot/tieliikenne/ajoneuvokanta/lk-ajoneuvojen_ikatilastot> Luettu 9.2.2016. Etusivu > Tietopalvelut > Tilastot > Tie-liikenne > Ajoneuvokanta > Lk-ajoneuvojen ikätilastot.
- 12 The Automobile Industry Pocket Guide. Verkkodokumentti. ACEA. <http://www.acea.be/uploads/press_releases_files/POCKET_GUIDE_2015-2016.pdf> 2015 Luettu 9.2.2016.
- 13 Häggkvist, Heikki. Hallituksen puheenjohtajalta. AKL ry. Verkojulkaisu. <http://www.akl.fi/akl_ry/autoala_2015/hallituksen_puheenjohtajalta> 4. 2015 Luettu 9.2.2016
- 14 Sähkökäyttöisten henkilöautojen ensirekisteröinnit 2015. Verkkodokumentti. Trafi. <http://www.trafi.fi/filebank/a/1453221950/d717de92f38dd4965b8d926be1bb7c66/19553-HA-ensirek_sahkot_2015_1-12.pdf> 2015. Luettu 18.2.2016.
- 15 Sähkökäyttöisten henkilöautojen ensirekisteröinnit 2014. Verkkodokumentti. Trafi. <http://www.trafi.fi/filebank/a/1421751383/b8f1cecf41d535a814a447f5b6347b3/16644-HA-ensirek_sahkot_2014_1-12.pdf> 2014. Luettu 18.2.2016.
- 16 Savela, Vesa. Projektipäällikkö, MSX International Ltd. Sähköpostiviesti. 23.2.2016.
- 17 Sähkökäyttöisten autojen huolto- ja korjaustoiminnan pätevyysvaatimukset. Verkkodokumentti. AKL ry. <http://www.akl.fi/akl-sertifiointi_oy/sahkotyoturvallisuus_s3_ja_sfs_6002> Luettu 23.3.2016.
- 18 Laakso, Esa. 2013. Sähköajoneuvokorjaamon suunnittelu. Insinööritöy. Metropolia Ammattikorkeakoulu.
- 19 Global EV Outlook. Verkkodokumentti. International Energy Agency. <http://www.iea.org/evi/Global-EV-Outlook-2015-Update_1page.pdf> 11.3.2015. Luettu 16.2.2016.
- 20 Sähköauton pikalataus ABC:lla. Verkojulkaisu. ABC-ketju. <<https://www.abcasemat.fi/abc/polttoaineet/sahkoauton-pikalataus>> Luettu 12.2.2016. ABC-ketju > Polttoaineet > Sähköauton pikalataus.
- 21 Väestöennuste 2015. Verkkotietokanta. Tilastokeskus. <<http://pxnet2.stat.fi/PXWeb/sq/faf4fad1-955b-402a-bf9e-de31d662d060>> Päivitetty 30.10.2015 Luettu 18.2.2016.
- 22 Overcoming Barriers to Electric-Vehicle Deployment. Verkkodokumentti. Board on Energy and Environmental Systems; Division on Engineering and Physical Sciences; Transportation Research Board. <<http://www.nap.edu/catalog/18320/overcoming-barriers-to-electric-vehicle-deployment-interim-report>> 2013. Luettu 16.2.2016.

- 23 Valta, Kati. Tutkimus ympäristöystävällisestä autoilusta 2012 [verkkodokumentti]. 2012 [viitattu 16.2.2016]. Saatavissa: http://www.trafi.fi/filebank/a/1349848230/580617acfe14cd2c18140661538eaaad/10392-Trafin_julkaisuja_27-2012_-_Ymparistoystavallinen_autoilu_2012.pdf
- 24 Huoltoasemien määrä Verkkosivu. Öljy- ja biopolttoaineala ry. <<http://www.oil.fi/fi/tilastot-4-huoltoasemat/41-huoltoasemien-maara>> 31.12.2014. Luettu 17.2.2016. 4.1 Huoltoasemien määrä. Etusivu > Tilastot > 4 Huoltoasemat > 4.1 Huoltoasemien määrä.
- 25 Sähköautot Suomessa. Verkkodokumentti. Wikipedia. <https://fi.wikipedia.org/wiki/S%C3%A4hk%C3%B6autot_Suomessa#/media/File:Suomen_latauspistekartta.png> 20.9.2014. Luettu 19.2.2016.
- 26 Suomen julkiset latauspisteet. Verkkodokumentti. Sähköinenliikenne.fi. <<http://www.sahkoinenliikenne.fi/suomen-julkiset-latauspisteet>> Luettu 16.2.2016.
- 27 EV Norway. Verkkodokumentti. <<http://www.evnorway.no/#/history>> Luettu 17.2.2016.
- 28 Breivik, Furnes Ida & Volder Olsson, Malin. Electric vehicles in Norway Verkkodokumentti. <http://studenttheses.cbs.dk/bitstream/handle/10417/4857/ida_furnes_breivik_og_malin_olsson_volder.pdf?sequence=1> 27.8.2014. Luettu 17.2.2016.
- 29 Ayre, James. 23 % Of New Cars In Norway Now Electric Cars. *Clean Technica*. Verkkojulkaisu. <http://cleantechnica.com/2015/07/16/23-of-new-cars-in-norway-now-electric-cars/> 16.7.2015. Luettu 17.2.2016.
- 30 Unplugged: Electric vehicle realities versus consumer expectations. Verkkodokumentti. Deloitte. <http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/global/Documents/Manufacturing/gx_us_auto_DTTGlobalAutoSurvey_ElectricVehicles_100411.pdf> 2011. Luettu 19.2.2016.
- 31 Nylund, Nils-Olof. Sähköautojen tulevaisuus Suomessa. Sähköautot liikenne- ja ilmastopolitiikan näkökulmasta. Liikenne- ja viestintäministeriö. Verkkodokumentti. <<http://www.lvm.fi/documents/20181/813660/Julkaisuja+12-2011/8490c9e6-6ccd-4f01-8ecf-35090217749b?version=1.0>> 16.2.2011. Luettu 19.2.2016.
- 32 Sohlberg, Jouko. 2014. Taloudellinen toiminta. Autoalan Keskusliitto ry.
- 33 Total Costs of Ownership Model for Current Plug-in Electric Vehicles. Verkkodokumentti. EPRI. <<http://www.epri.com/abstracts/Pages/ProductAbstract.aspx?ProductId=000000003002001728>> 2013. Luettu 23.2.2016.

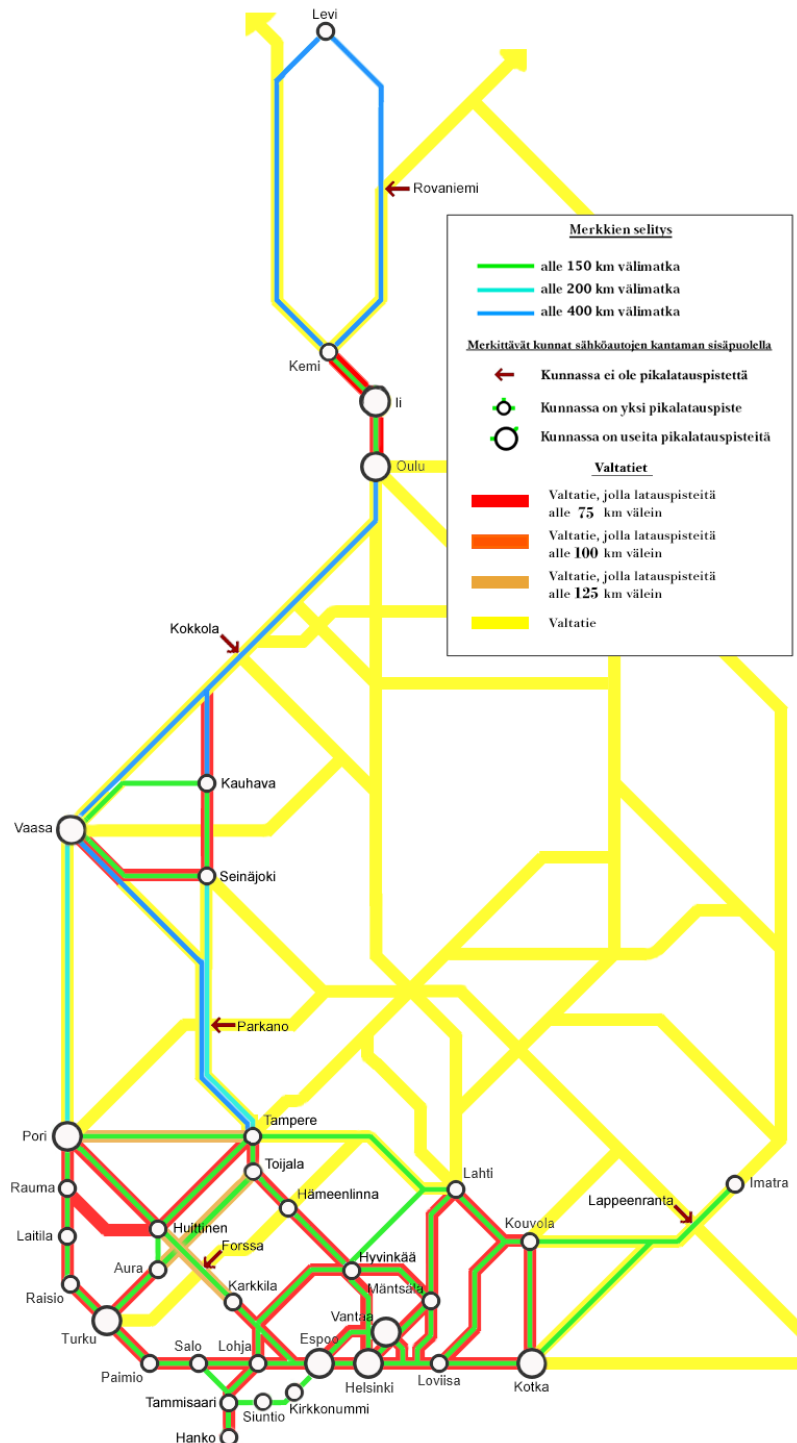
- 34 Service Plans. Verkkodokumentti. Tesla Motors.
<<https://www.teslamotors.com/support/service-plans>> Julkaisuaika tuntematon.
- 35 Vuori, Ali-Tuomas. Nissan Nordic Europe. Sähköpostiviestit. 23.3.2016.
- 36 Speirs, Jamie, Contestabile, Marcello, Houari, Yassine & Gross, Robert. 2014
The future of lithium availability for electric vehicle batteries. Renewable and Sustainable Energy Reviews. Vol. 35, 2014, s. 183–193.

Kartta Suomen pikalatauspisteistä

Quick charging locations in Finland

Pikalatauspisteet Suomessa

Kaikki pisteet ovat CHAdeMO-standardin mukaisia



Lähde: [25].